

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>R. 38140 Mq/Wt</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/DE 01/ 01720</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>08/05/2001</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>11/05/2000</b>
Anmelder <b>ROBERT BOSCH GMBH</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Feld III WORTLAUT DER ZUSAMMENFASSUNG (Fortsetzung von Punkt 5 auf Blatt 1)

Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffzumesssystems (11) einer direkteinspritzten Brennkraftmaschine (1), mit einem Kraftstoffvorratsbehälter (12) mindestens einer Vorförderpumpe (13), einer Hochdruckpumpenanordnung mit mindestens zwei dem Niederdruckbereich (ND) in mindestens einen Hochdruckspeicher (16; 16', 16''), einem Steuergerät (22) zur Regelung eines in dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') herrschenden Einspritzdrucks ( $p_r$ ) und mit Kraftstoffeinspritzventilen (9) zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') in Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1). Es wird vorgeschlagen, dass das Kraftstoffzumesssystem (11) einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1) aufweist, wobei sämtliche Hochdruckpumpen (14, 15) in dem Kraftstoffkreislauf angeordnet werden, und dass sämtliche Hochdruckpumpen (14, 15) über einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig voneinander angesteuert werden.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F02M63/02 F02D41/38

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Researchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F02M F02D

Researchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die researchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 133 645 A (CROWLEY PATRICK J ET AL) 28. Juli 1992 (1992-07-28) Spalte 3, Zeile 26 - Zeile 68; Abbildung 1 ---	1,2,5,7, 10-14
A	EP 0 860 600 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 26. August 1998 (1998-08-26)  Seite 5, Zeile 25 -Seite 6, Zeile 1; Abbildung 1 ---	1,3,5,7, 10,13, 15,17
A	US 5 433 182 A (AUGUSTIN ULRICH ET AL) 18. Juli 1995 (1995-07-18) Spalte 2, Zeile 12 -Spalte 3, Zeile 53; Abbildung 3 -----	1,5,10, 13



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. September 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/09/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schmitter, T

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/01720

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5133645	A	28-07-1992	DE	4115103 A1	02-04-1992
			GB	2246175 A ,B	22-01-1992
			US	5230613 A	27-07-1993
EP 0860600	A	26-08-1998	JP	10238392 A	08-09-1998
			JP	10238391 A	08-09-1998
			EP	0860600 A2	26-08-1998
US 5433182	A	18-07-1995	DE	4335171 C1	04-05-1995
			FR	2711188 A1	21-04-1995
			GB	2282851 A ,B	19-04-1995
			IT	RM940663 A1	18-04-1995

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

ZGM / ZGE

27. SEP. 2001

Eingang

Absender: INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

PCT

An ROBERT BOSCH GMBH Postfach 30 02 20 D-70442 Stuttgart GERMANY		Frist <del>140998</del>		Nr. <del>140998</del>		MITTEILUNG Vorläufige Prüfung INTERNATIONALE (Nationale Phase) <input checked="" type="checkbox"/> Fallenlassen Datum: 24.10.01 Kürzz: Mg.	
Frist 11.01.02		Nr. 134115		20M		Absenddatum (Tag/Monat/Jahr) 27/09/2001	
Bearb. Eing.		vor Abl.		Bearb. ert.		gelöscht	
Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts R. 38140 Mg/Wt		Frist		Nr.		WEITERES VORGEHEN siehe Punkte 1 und 4 unten	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 01/01720		Bearb. Eing.		vor Abl.		Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 08/05/2001	
Anmelder ROBERT BOSCH GMBH		Bearb. ert.		gelöscht			

- ☒ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß der internationale Recherchenbericht erstellt wurde und ihm hiermit übermittelt wird.  
**Einreichung von Änderungen und einer Erklärung nach Artikel 19:**  
Der Anmelder kann auf eigenen Wunsch die Ansprüche der internationalen Anmeldung ändern (siehe Regel 46):  
  
**Bis wann sind Änderungen einzureichen?**  
Die Frist zur Einreichung solcher Änderungen beträgt üblicherweise zwei Monate ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts; weitere Einzelheiten sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.  
  
**Wo sind Änderungen einzureichen?**  
Unmittelbar beim Internationalen Büro der WIPO, 34, CHEMIN des Colombettes, CH-1211 Genf 20,  
Telefaxnr.: (41-22) 740.14.35  
Nähere Hinweise sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.
- ☐ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß kein internationaler Recherchenbericht erstellt wird und daß ihm hiermit die Erklärung nach Artikel 17(2)a) übermittelt wird.
- ☐ Hinsichtlich des Widerspruchs gegen die Entrichtung einer zusätzlichen Gebühr (zusätzlicher Gebühren) nach Regel 40.2 wird dem Anmelder mitgeteilt, daß  
☐ der Widerspruch und die Entscheidung hierüber zusammen mit seinem Antrag auf Übermittlung des Wortlauts sowohl des Widerspruchs als auch der Entscheidung hierüber an die Bestimmungsämter dem Internationalen Büro übermittelt worden sind.  
☐ noch keine Entscheidung über den Widerspruch vorliegt; der Anmelder wird benachrichtigt, sobald eine Entscheidung getroffen wurde.
- Weiteres Vorgehen:** Der Anmelder wird auf folgendes aufmerksam gemacht:  
Kurz nach Ablauf von **18 Monaten** seit dem Prioritätsdatum wird die internationale Anmeldung vom Internationalen Büro veröffentlicht. Will der Anmelder die Veröffentlichung verhindern oder auf einen späteren Zeitpunkt verschieben, so muß gemäß Regel 90 bis bzw. 90bis vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung eine Erklärung über die Zurücknahme der internationalen Anmeldung oder des Prioritätsanspruchs beim Internationalen Büro eingehen.  
Innerhalb von **19 Monaten** seit dem Prioritätsdatum ist ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung einzureichen, wenn der Anmelder den Eintritt in die nationale Phase bis zu 30 Monaten seit dem Prioritätsdatum (in manchen Ämtern sogar noch länger) verschieben möchte.  
Innerhalb von **20 Monaten** seit dem Prioritätsdatum muß der Anmelder die für den Eintritt in die nationale Phase vorgeschriebenen Handlungen vor allen Bestimmungsämtern vornehmen, die nicht innerhalb von 19 Monaten seit dem Prioritätsdatum in der Anmeldung oder einer nachträglichen Auswahlerklärung ausgewählt wurden oder nicht ausgewählt werden konnten, da für sie Kapitel II des Vertrages nicht verbindlich ist.

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde



Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL-2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Augustinus Middeldorp

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA/220

Diese Anmerkungen sollen grundlegende Hinweise zur Einreichung von Änderungen gemäß Artikel 19 geben. Diesen Anmerkungen liegen die Erfordernisse des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT), der Ausführungsordnung und der Verwaltungsrichtlinien zu diesem Vertrag zugrunde. Bei Abweichungen zwischen diesen Anmerkungen und obengenannten Texten sind letztere maßgebend. Nähere Einzelheiten sind dem PCT-Leitfaden für Anmelder, einer Veröffentlichung der WIPO, zu entnehmen.

Die in diesen Anmerkungen verwendeten Begriffe "Artikel", "Regel" und "Abschnitt" beziehen sich jeweils auf die Bestimmungen des PCT-Vertrags, der PCT-Ausführungsordnung bzw. der PCT-Verwaltungsrichtlinien.

### HINWEISE ZU ÄNDERUNGEN GEMÄSS ARTIKEL 19

Nach Erhalt des internationalen Recherchenberichts hat der Anmelder die Möglichkeit, einmal die Ansprüche der internationalen Anmeldung zu ändern. Es ist jedoch zu betonen, daß, da alle Teile der internationalen Anmeldung (Ansprüche, Beschreibung und Zeichnungen) während des internationalen vorläufigen Prüfungsverfahrens geändert werden können, normalerweise keine Notwendigkeit besteht, Änderungen der Ansprüche nach Artikel 19 einzureichen, außer wenn der Anmelder z.B. zum Zwecke eines vorläufigen Schutzes die Veröffentlichung dieser Ansprüche wünscht oder ein anderer Grund für eine Änderung der Ansprüche vor ihrer internationalen Veröffentlichung vorliegt. Weiterhin ist zu beachten, daß ein vorläufiger Schutz nur in einigen Staaten erhältlich ist.

#### Welche Teile der internationalen Anmeldung können geändert werden?

Im Rahmen von Artikel 19 können nur die Ansprüche geändert werden.

In der internationalen Phase können die Ansprüche auch nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert (oder nochmals geändert) werden. Die Beschreibung und die Zeichnungen können nur nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert werden.

Beim Eintritt in die nationale Phase können alle Teile der internationalen Anmeldung nach Artikel 28 oder gegebenenfalls Artikel 41 geändert werden.

#### Bis wann sind Änderungen einzureichen?

Innerhalb von zwei Monaten ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts oder innerhalb von sechzehn Monaten ab dem Prioritätsdatum, je nachdem, welche Frist später abläuft. Die Änderungen gelten jedoch als rechtzeitig eingereicht, wenn sie dem Internationalen Büro nach Ablauf der maßgebenden Frist, aber noch vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung (Regel 46.1) zugehen.

#### Wo sind die Änderungen nicht einzureichen?

Die Änderungen können nur beim Internationalen Büro, nicht aber beim Anmeldeamt oder der Internationalen Recherchenbehörde eingereicht werden (Regel 46.2).

Falls ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung eingereicht wurde/wird, siehe unten.

#### In welcher Form können Änderungen erfolgen?

Eine Änderung kann erfolgen durch Streichung eines oder mehrerer ganzer Ansprüche, durch Hinzufügung eines oder mehrerer neuer Ansprüche oder durch Änderung des Wortlauts eines oder mehrerer Ansprüche in der eingereichten Fassung.

Für jedes Anspruchsblatt, das sich aufgrund einer oder mehrerer Änderungen von dem ursprünglich eingereichten Blatt unterscheidet, ist ein Ersatzblatt einzureichen.

Alle Ansprüche, die auf einem Ersatzblatt erscheinen, sind mit arabischen Ziffern zu numerieren. Wird ein Anspruch gestrichen, so brauchen, die anderen Ansprüche nicht neu nummeriert zu werden. Im Fall einer Neunummerierung sind die Ansprüche fortlaufend zu numerieren (Verwaltungsrichtlinien, Abschnitt 205 b)).

Die Änderungen sind in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

#### Welche Unterlagen sind den Änderungen beizufügen?

Begleitschreiben (Abschnitt 205 b)):

Die Änderungen sind mit einem Begleitschreiben einzureichen.

Das Begleitschreiben wird nicht zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht. Es ist nicht zu verwechseln mit der "Erklärung nach Artikel 19(1)" (siehe unten, "Erklärung nach Artikel 19 (1)").

Das Begleitschreiben ist nach Wahl des Anmelders in englischer oder französischer Sprache abzufassen. Bei englischsprachigen internationalen Anmeldungen ist das Begleitschreiben aber ebenfalls in englischer, bei französischsprachigen internationalen Anmeldungen in französischer Sprache abzufassen.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA/220 (Fortsetzung)

Im Begleitschreiben sind die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen anzugeben. So ist insbesondere zu jedem Anspruch in der internationalen Anmeldung anzugeben (gleichlautende Angaben zu verschiedenen Ansprüchen können zusammengefaßt werden), ob

- i) der Anspruch unverändert ist;
- ii) der Anspruch gestrichen worden ist;
- iii) der Anspruch neu ist;
- iv) der Anspruch einen oder mehrere Ansprüche in der eingereichten Fassung ersetzt;
- v) der Anspruch auf die Teilung eines Anspruchs in der eingereichten Fassung zurückzuführen ist.

Im folgenden sind Beispiele angegeben, wie Änderungen im Begleitschreiben zu erläutern sind:

1. [Wenn anstelle von ursprünglich 48 Ansprüchen nach der Änderung einiger Ansprüche 51 Ansprüche existieren]:  
"Die Ansprüche 1 bis 29, 31, 32, 34, 35, 37 bis 48 werden durch geänderte Ansprüche gleicher Numerierung ersetzt; Ansprüche 30, 33 und 36 unverändert; neue Ansprüche 49 bis 51 hinzugefügt."
2. [Wenn anstelle von ursprünglich 15 Ansprüchen nach der Änderung aller Ansprüche 11 Ansprüche existieren]:  
"Geänderte Ansprüche 1 bis 11 treten an die Stelle der Ansprüche 1 bis 15."
3. [Wenn ursprünglich 14 Ansprüche existierten und die Änderungen darin bestehen, daß einige Ansprüche gestrichen werden und neue Ansprüche hinzugefügt werden]:  
"Ansprüche 1 bis 6 und 14 unverändert; Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt. "Oder" Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt; alle übrigen Ansprüche unverändert."
4. [Wenn verschiedene Arten von Änderungen durchgeführt werden]:  
"Ansprüche 1-10 unverändert; Ansprüche 11 bis 13, 18 und 19 gestrichen; Ansprüche 14, 15 und 16 durch geänderten Anspruch 14 ersetzt; Anspruch 17 in geänderte Ansprüche 15, 16 und 17 unterteilt; neue Ansprüche 20 und 21 hinzugefügt."

### "Erklärung nach Artikel 19(1)" (Regel 46.4)

Den Änderungen kann eine Erklärung beigelegt werden, mit der die Änderungen erläutert und ihre Auswirkungen auf die Beschreibung und die Zeichnungen dargelegt werden (die nicht nach Artikel 19 (1) geändert werden können).

Die Erklärung wird zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht.

Sie ist in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

Sie muß kurz gehalten sein und darf, wenn in englischer Sprache abgefaßt oder ins Englische übersetzt, nicht mehr als 500 Wörter umfassen.

Die Erklärung ist nicht zu verwechseln mit dem Begleitschreiben, das auf die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen hinweist, und ersetzt letzteres nicht. Sie ist auf einem gesonderten Blatt einzureichen und in der Überschrift als solche zu kennzeichnen, vorzugsweise mit den Worten "Erklärung nach Artikel 19 (1)".

Die Erklärung darf keine herabsetzenden Äußerungen über den internationalen Recherchenbericht oder die Bedeutung von in dem Bericht angeführten Veröffentlichungen enthalten. Sie darf auf im internationalen Recherchenbericht angeführte Veröffentlichungen, die sich auf einen bestimmten Anspruch beziehen, nur im Zusammenhang mit einer Änderung dieses Anspruchs Bezug nehmen.

### Auswirkungen eines bereits gestellten Antrags auf internationale vorläufige Prüfung

Ist zum Zeitpunkt der Einreichung von Änderungen nach Artikel 19 bereits ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung gestellt worden, so sollte der Anmelder in seinem Interesse gleichzeitig mit der Einreichung der Änderungen beim Internationalen Büro auch eine Kopie der Änderungen bei der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde einreichen (siehe Regel 62.2 a), erster Satz).

### Auswirkungen von Änderungen hinsichtlich der Übersetzung der internationalen Anmeldung beim Eintritt in die nationale Phase

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, daß bei Eintritt in die nationale Phase möglicherweise anstatt oder zusätzlich zu der Übersetzung der Ansprüche in der eingereichten Fassung eine Übersetzung der nach Artikel 19 geänderten Ansprüche an die bestimmten/ausgewählten Ämter zu übermitteln ist.

Nähere Einzelheiten über die Erfordernisse jedes bestimmten/ausgewählten Amtes sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# PCT

## ANTRAG

Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird

Vom Anmeldeamt auszufüllen

Internationales Aktenzeichen

Internationales Anmeldedatum

Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts (falls gewünscht)  
(max. 12 Zeichen) R.: 38140 Mg/Wt

### Feld Nr. I BEZEICHNUNG DER ERFINDUNG

Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffzumesssystems einer direkt-einspritzenden Brennkraftmaschine

### Feld Nr. II ANMELDER

Name und Anschrift (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

ROBERT BOSCH GMBH  
Postfach 30 02 20  
70442 Stuttgart  
Bundesrepublik Deutschland (DE)

☐ Diese Person ist gleichzeitig Erfinder

Telefonnr.:  
0711/811-31190

Telefaxnr.:  
0711/811-331 81

Fernschreibnr.:

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder ☐ alle Bestimmungsstaaten ☒ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten ☐ nur die Vereinigten Staaten von Amerika ☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

### Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Name und Anschrift (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

STEINBRENNER, Ulrich  
Aspenwaldstr. 38  
70195 Stuttgart  
DE

Diese Person ist  
☐ nur Anmelder  
☒ Anmelder und Erfinder  
☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder ☐ alle Bestimmungsstaaten ☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten ☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika ☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

☒ Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem Fortsetzungsblatt angegeben.

### Feld Nr. IV ANWALT ODER GEMEINSAMER VERTRETER; ZUSTELLANSCHRIFT

Die folgende Person wird hiermit bestellt/ist bestellt worden, um für den (die) Anmelder vor den zuständigen internationalen Behörden in folgender Eigenschaft zu handeln als: ☐ Anwalt ☐ gemeinsamer Vertreter

Name und Anschrift (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben)

Telefonnr.:

Telefaxnr.:

Fernschreibnr.:

☐ Dieses Kästchen ist anzukreuzen, wenn kein Anwalt oder gemeinsamer Vertreter bestellt ist und statt dessen im obigen Feld eine spezielle Zustellanschrift angegeben ist.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## Fortsetzung von Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

*Wird keines der folgenden Felder benutzt, so ist dieses Blatt dem Antrag nicht beizufügen.*

Name und Anschrift (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

JOOS, Klaus  
In der Eichhaelde 3  
74399 Waldheim  
DE

Diese Person ist  
☐ nur Anmelder  
☒ Anmelder und Erfinder  
☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: ☐ alle Bestimmungsstaaten ☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten ☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika ☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

FRENZ, Thomas  
Beuthener Str. 5  
86720 Noerdlingen  
DE

Diese Person ist  
☐ nur Anmelder  
☒ Anmelder und Erfinder  
☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: ☐ alle Bestimmungsstaaten ☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten ☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika ☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

Diese Person ist  
☐ nur Anmelder  
☐ Anmelder und Erfinder  
☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: ☐ alle Bestimmungsstaaten ☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten ☐ nur die Vereinigten Staaten von Amerika ☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

Diese Person ist  
☐ nur Anmelder  
☐ Anmelder und Erfinder  
☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: ☐ alle Bestimmungsstaaten ☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten ☐ nur die Vereinigten Staaten von Amerika ☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

☐ Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem Fortsetzungsblatt angegeben.

*Siehe Anmerkungen zu diesem Antragsformular*

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Feld Nr. V BESTIMMUNG VON STAATEN**

Die folgenden Bestimmungen nach Regel 4.9 Absatz a werden hiermit vorgenommen:

**Regionales Patent**

- ☐ **AP** ARIPO-Patent: GH Ghana, GM Gambia, KE Kenia, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SL Sierra Leone, SZ Swasiland, UG Uganda, ZW Simbabwe und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Harare-Protokolls und des PCT ist
- ☐ **EA** Eurasisches Patent: AM Armenien, AZ Aserbaidshan, BY Belarus, KG Kirgisistan, KZ Kasachstan, MD Republik Moldau, RU Russische Föderation, TJ Tadschikistan, TM Turkmenistan und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Eurasischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☒ **EP** Europäisches Patent: AT Österreich, BE Belgien, CH und LI Schweiz und Liechtenstein, CY Zypern, DE Deutschland, DK Dänemark, ES Spanien, FI Finnland, FR Frankreich, GB Vereinigtes Königreich, GR Griechenland, IE Irland, IT Italien, LU Luxemburg, MC Monaco, NL Niederlande, PT Portugal, SE Schweden und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und des PCT ist.
- ☐ **OA** OAPI-Patent: BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Zentralafrikanische Republik, CG Kongo, CI Côte d'Ivoire, CM Kamerun, GA Gabun, GN Guinea, GW Guinea-Bissau, ML Mali, MR Mauretanien, NE Niger, SN Senegal, TD Tschad, TG Togo und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat der OAPI und des PCT ist.....

Nationales Patent (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben):

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> <b>AE</b> Vereinigte Arabische Emirate            | <input type="checkbox"/> <b>LR</b> Liberia.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>AL</b> Albanien                                | <input type="checkbox"/> <b>LS</b> Lesotho.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>AM</b> Armenien .....                          | <input type="checkbox"/> <b>LT</b> Litauen .....   |
| <input type="checkbox"/> <b>AT</b> Österreich .....                        | <input type="checkbox"/> <b>LU</b> Luxemburg.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>AU</b> Australien .....                        | <input type="checkbox"/> <b>LV</b> Lettland .....  |
| <input type="checkbox"/> <b>AZ</b> Aserbaidshan .....                      | <input type="checkbox"/> <b>MD</b> Republik Moldau.....                                  |
| <input type="checkbox"/> <b>BA</b> Bosnien-Herzegowina .....               | <input type="checkbox"/> <b>MG</b> Madagaskar.....                                       |
| <input type="checkbox"/> <b>BB</b> Barbados .....                          | <input type="checkbox"/> <b>MK</b> Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien ..... |
| <input type="checkbox"/> <b>BG</b> Bulgarien.....                          | <input type="checkbox"/> <b>MN</b> Mongolei .....  |
| <input type="checkbox"/> <b>BR</b> Brasilien.....                          | <input type="checkbox"/> <b>MW</b> Malawi.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>BY</b> Belarus.....                            | <input type="checkbox"/> <b>MX</b> Mexiko.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>CA</b> Kanada .....                            | <input type="checkbox"/> <b>NO</b> Norwegen.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>CH</b> und <b>LI</b> Schweiz und Liechtenstein | <input type="checkbox"/> <b>NZ</b> Neuseeland.....                                       |
| <input type="checkbox"/> <b>CN</b> China.....                              | <input type="checkbox"/> <b>PL</b> Polen.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>CU</b> Kuba .....                              | <input type="checkbox"/> <b>PT</b> Portugal.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>CZ</b> Tschechische Republik.....              | <input type="checkbox"/> <b>RO</b> Rumänien .....  |
| <input type="checkbox"/> <b>DE</b> Deutschland.....                        | <input type="checkbox"/> <b>RU</b> Russische Föderation.....                             |
| <input type="checkbox"/> <b>DK</b> Dänemark.....                           | <input type="checkbox"/> <b>SD</b> Sudan .....   |
| <input type="checkbox"/> <b>EE</b> Estland.....                            | <input type="checkbox"/> <b>SE</b> Schweden .....  |
| <input type="checkbox"/> <b>ES</b> Spanien.....                            | <input type="checkbox"/> <b>SG</b> Singapur .....  |
| <input type="checkbox"/> <b>FI</b> Finnland.....                           | <input type="checkbox"/> <b>SI</b> Slowenien.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>GB</b> Vereinigtes Königreich .....            | <input type="checkbox"/> <b>SK</b> Slowakei.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>GD</b> Grenada.....                            | <input type="checkbox"/> <b>SL</b> Sierra Leone .....                                    |
| <input type="checkbox"/> <b>GE</b> Georgien.....                           | <input type="checkbox"/> <b>TJ</b> Tadschikistan.....                                    |
| <input type="checkbox"/> <b>GH</b> Ghana .....                             | <input type="checkbox"/> <b>TM</b> Turkmenistan.....                                     |
| <input type="checkbox"/> <b>GM</b> Gambia .....                            | <input type="checkbox"/> <b>TR</b> Türkei.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>HR</b> Kroatien .....                          | <input type="checkbox"/> <b>TT</b> Trinidad und Tobago.....                              |
| <input type="checkbox"/> <b>HU</b> Ungarn.....                             | <input type="checkbox"/> <b>UA</b> Ukraine.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>ID</b> Indonesien .....                        | <input type="checkbox"/> <b>UG</b> Uganda.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>IL</b> Israel.....                             | <input checked="" type="checkbox"/> <b>US</b> Vereinigte Staaten von Amerika.....        |
| <input type="checkbox"/> <b>IN</b> Indien .....                            | <input type="checkbox"/> <b>UZ</b> Usbekistan.....                                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> <b>JP</b> Japan.....                   | <input type="checkbox"/> <b>VN</b> Vietnam.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>KE</b> Kenia.....                              | <input type="checkbox"/> <b>YU</b> Jugoslawien.....                                      |
| <input type="checkbox"/> <b>KG</b> Kirgisistan.....                        | <input type="checkbox"/> <b>ZA</b> Südafrika.....  |
| <input type="checkbox"/> <b>KP</b> Demokratische Volksrepublik Korea.....  | <input type="checkbox"/> <b>ZW</b> Simbabwe.....   |
| <input type="checkbox"/> <b>KR</b> Republik Korea.....                     |  |
| <input type="checkbox"/> <b>KZ</b> Kasachstan.....                         |  |
| <input type="checkbox"/> <b>LC</b> Saint Lucia .....                       |  |
| <input type="checkbox"/> <b>LK</b> Sri Lanka .....                         |  |

Kästchen für die Bestimmung von Staaten, die dem PCT nach der Veröffentlichung dieses Formblatts beigetreten sind:

Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen: zusätzlich zu den oben genannten Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der im Zusatzfeld genannten Bestimmungen, die von dieser Erklärung ausgenommen sind. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt. (Die Bestätigung einer Bestimmung erfolgt durch die Einreichung einer Mitteilung, in der diese Bestimmung angegeben wird, und die Zahlung der Bestimmungs- und der

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PCT

## BLATT FÜR DIE GEBÜHRENBERECHNUNG

Anhang zum Antrag

Vom Anmeldeamt auszufüllen

Aktenzeichen des Anmelders  
oder Anwalts

R. 38140

Internationales Aktenzeichen

Eingangsstempel des Anmeldeamts

Anmelder

ROBERT BOSCH GMBH  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart

## BERECHNUNG DER VORGESCHRIEBENEN GEBÜHREN

1. ÜBERMITTLUNGSGEBÜHR ..... 175, -- T

2. RECHERCHENGEBÜHR ..... 1.848,26 S

Die internationale Recherche ist durchzuführen von .....

(Sind zwei oder mehr Internationale Recherchenbehörden für die internationale Recherche zuständig,  
ist der Name der Behörde anzugeben, die die internationale Recherche durchführen soll.)

## 3. INTERNATIONALE GEBÜHR

## Grundgebühr

Die internationale Anmeldung enthält 31 Blätter  
umfaßt die ersten 30 Blätter..... 799,93 b<sub>1</sub> $1 \times 17,60 = 17,60$  b<sub>2</sub>Anzahl der Blätter  
über 30Addieren Sie die in Feld b<sub>1</sub> und b<sub>2</sub> eingetragenen  
Beträge, und tragen Sie die Summe in Feld B ein

817,53 B

## Bestimmungsgebühren

Die internationale Anmeldung enthält 3 Bestimmungen.  
 $3 \times 172,11 = 516,33$  D

Anzahl der zu zahlenden Bestimmungsgebühren

## Bestimmungsgebühren (maximal 10)

Addieren Sie die in Feld B und D eingetragenen  
Beträge, und tragen Sie die Summe in Feld I ein..... 1.333,86 I(Anmelder aus einigen Staaten haben Anspruch auf eine Ermäßigung der internationalen Gebühr um  
75%. Hat der Anmelder (oder haben alle Anmelder) einen solchen Anspruch, so beträgt der in Feld I  
einzutragende Gesamtbetrag 25% der Summe der in Feld B und D eingetragenen Beträge.)

4. GEBÜHR FÜR PRIORITÄTSBELEG ..... 35, -- P

## 5. GESAMTBETRAG DER ZU ZAHLENDEN GEBÜHREN.

Addieren Sie die in den Feldern T, S, I und P eingetragenen Beträge,  
und tragen Sie die Summe in das nebenstehende Feld ein..... 3.392,12

INSGESAMT

☐ Die Bestimmungsgebühren werden jetzt noch nicht gezahlt

## ZAHLUNGSWEISE

- ☒ Abbuchungsauftrag (siehe unten) ☐ Bankwechsel ☐ Kupons  
☐ Scheck ☐ Barzahlung ☐ Sonstige (einzeln angeben):  
☐ Postanweisung ☐ Gebührenmarken

## ABBUCHUNGSAUFTRAG (diese Zahlungsweise gibt es nicht bei allen Anmeldeämtern)

Das Anmeldeamt / DPA ☒ wird beauftragt, den vorstehend angegebenen Gesamtbetrag der Gebühren von meinem laufenden  
Konto abzubuchenDresdner Bank ☒ wird beauftragt, Fehlbeträge oder Überzahlungen des vorstehend angegebenen Gesamtbetrags der  
Gebühren auf meinem laufenden Konto zu belasten bzw. gutzuschreiben.☒ wird beauftragt, die Gebühr für die Ausstellung des Prioritätsbelegs und seine Übermittlung an das  
Internationale Büro der WIPO von meinem laufenden Konto abzubuchen.

346 248 100

Kontonummer

08. MAI 2001

Datum (Tag/Monat/Jahr)

ROBERT BOSCH GMBH / Nr. 269/95 AV

Unterschrift

Marquardt

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. November 2001 (15.11.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/86139 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 63/02, F02D 41/38

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/01720

(22) Internationales Anmeldedatum:  
8. Mai 2001 (08.05.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 23 033.4 11. Mai 2000 (11.05.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STEINBRENNER, Ulrich [DE/DE]; Aspenwaldstrasse 38, 70195 Stuttgart (DE).  
JOOS, Klaus [DE/DE]; In der Eichhaelde 3, 74399 Waldheim (DE). FRENZ, Thomas [DE/DE]; Beuthener Strasse 5, 86720 Noerdlingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

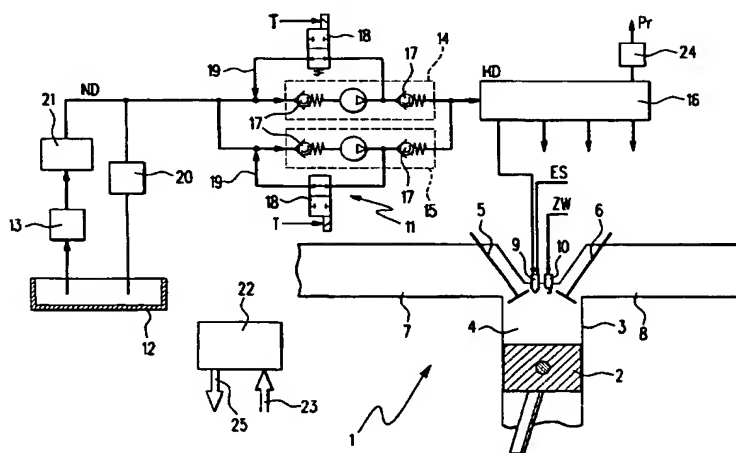
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR THE OPERATION OF A FUEL METERING SYSTEM ON A DIRECT INJECTION INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES KRAFTSTOFFZUMESSSYSTEMS EINER DIREKTEINSPRITZENDE BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a method for the operation of a fuel metering system (11) on a direct injection internal combustion engine (1), comprising a fuel supply tank (12), at least one pre-supply pump (13), a high pressure pump arrangement with at least two high pressure pumps (14, 15), for pumping the fuel from the low pressure region (ND) into at least one high pressure reservoir (16; 16', 16''), a control unit (22) for regulating an injection pressure (p r) in the high pressure reservoir (16; 16', 16'') and fuel injection valves (9), for the injection of fuel from the high pressure reservoir (16; 16', 16'') into the combustion chambers (4) of the internal combustion engine (1). According to the invention, the fuel metering system (11) comprises a fuel circuit for the metering of fuel in all the combustion chambers (4) of the internal combustion engine (1) and all the high pressure pumps (14, 15) are arranged in the fuel circuit and that all the high pressure pumps (14, 15) are controlled independently of each other by means of a common pressure regulation circuit.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/86139 A1



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffzumesssystems (11) einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine (1), mit einem Kraftstoffvorratsbehälter (12), mindestens einer Vorförderpumpe (13), einer Hochdruckpumpenanordnung mit mindestens zwei dem Niederdruckbereich (ND) in mindestens einen Hochdruckspeicher (16; 16', 16''), einem Steuergerät (22) zur Regelung eines in dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') herrschenden Einspritzdrucks ( $p_r$ ) und mit Kraftstoffeinspritzventilen (9) zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') in Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1). Es wird vorgeschlagen, dass das Kraftstoffzumesssystem (11) einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1) aufweist, wobei sämtliche Hochdruckpumpen (14, 15) in dem Kraftstoffkreislauf angeordnet werden, und dass sämtliche Hochdruckpumpen (14, 15) über einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig voneinander angesteuert werden.



Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffzumesssystems einer  
direkteinspritzenden Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffzumesssystems einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffvorratsbehälter, mindestens einer Vorförderpumpe zum Fördern von Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter in einen Niederdruckbereich des Kraftstoffzumesssystems, einer Hochdruckpumpenanordnung mit mindestens zwei Hochdruckpumpen zum Fördern von Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich in mindestens einen Hochdruckspeicher, einem Steuergerät zur Regelung eines in dem Hochdruckspeicher herrschenden Einspritzdrucks und mit Kraftstoffeinspritzventilen zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher in Brennräume der Brennkraftmaschine.

Die Erfindung betrifft außerdem ein Kraftstoffzumesssystem einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffvorratsbehälter, mindestens einer Vorförderpumpe zum Fördern von Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter in einen Niederdruckbereich des Kraftstoffzumesssystems, einer Hochdruckpumpenanordnung mit mindestens zwei Hochdruckpumpen zum Fördern von Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich in mindestens einen

- 2 -

Hochdruckspeicher, einem Steuergerät zur Regelung eines in dem Hochdruckspeicher herrschenden Einspritzdrucks und mit Kraftstoffeinspritzventilen zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher in Brennräume der Brennkraftmaschine.

Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine mit einem Kraftstoffzumesssystem, das einen Kraftstoffvorratsbehälter, mindestens eine Vorförderpumpe zum Fördern von Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter in einen Niederdruckbereich des Kraftstoffzumesssystems, eine Hochdruckpumpenanordnung mit mindestens zwei Hochdruckpumpen zum Fördern von Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich in mindestens einen Hochdruckspeicher, ein Steuergerät zur Regelung eines in dem Hochdruckspeicher herrschenden Einspritzdrucks und Kraftstoffeinspritzventile zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher in Brennräume der Brennkraftmaschine umfasst.

Die Erfindung betrifft schließlich auch ein Steuergerät für eine solche direkteinspritzende Brennkraftmaschine.

Direkteinspritzende Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art mit eingangs erwähnten Kraftstoffzumesssystemen sind aus dem Stand der Technik bspw. in Form von Brennkraftmaschinen mit Benzin-Direkteinspritzung (BDE) bekannt. Das Kraftstoffzumesssystem weist eine üblicherweise als Elektrokraftstoffpumpe ausgebildete Vorförderpumpe auf, die Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter in einen Niederdruckbereich des Kraftstoffzumesssystems fördert. Eine Hochdruckpumpenanordnung des Kraftstoffzumesssystems fördert Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich mit Hochdruck in einen Hochdruckspeicher. Der Hochdruckspeicher ist bspw.

- 3 -

als die Verteilerleiste eines Common-Rail (CR) - Kraftstoffzumesssystems ausgebildet. Von dem Hochdruckspeicher münden Einspritzventile ab, über die Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher in Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann. Die Einspritzventile werden von einem Steuergerät der Brennkraftmaschine angesteuert. Das Steuergerät hat des Weiteren die Aufgabe über einen Druckregelkreis einen in dem Hochdruckspeicher herrschenden Einspritzdruck zu regeln. Eine Erhöhung des Einspritzdrucks kann durch geeignetes Ansteuern der Hochdruckpumpenanordnung, also durch Erhöhung der Kraftstoffzufuhr in den Hochdruckspeicher, erzielt werden. Eine Reduzierung des Einspritzdrucks kann durch geeignetes Ansteuern eines aus dem Hochdruckspeicher abzweigenden Steuerventils, also durch Erhöhung des Kraftstoffablaufs aus dem Hochdruckspeicher, oder durch Reduktion der Förderleistung der HDP erzielt werden. Das Steuerventil ist bspw. als ein Mengensteuerventil (bei 1-Zylinder-Kolben-Hochdruckpumpen) oder als ein Drucksteuerventil (bei 3-Zylinder-Radialkolben-Hochdruckpumpen) ausgebildet.

Bei Brennkraftmaschinen mit vier oder weniger Zylindern oder bei Brennkraftmaschinen mit einem relativ geringen Hubraum umfasst die Hochdruckpumpenanordnung in der Regel nur eine Hochdruckpumpe. Diese kann bspw. als eine 1-Zylinder-Kolbenpumpe oder als eine 3-Zylinder-Radialkolbenpumpe ausgebildet sein. Mit der einen Hochdruckpumpe kann bei Brennkraftmaschinen mit vier oder weniger Zylindern bzw. bei Brennkraftmaschinen mit einem relativ geringen Hubraum in sämtlichen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine eine zuverlässige Versorgung der Brennräume mit der erforderlichen Kraftstoffmenge sichergestellt werden.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass bei Brennkraftmaschinen

- 4 -

mit einem relativ großen Hubraum bzw. bei Brennkraftmaschinen mit sechs und mehr Zylindern eine zuverlässige Kraftstoffversorgung mit nur einer Hochdruckpumpe nicht mehr sichergestellt werden kann. Deshalb ist es aus dem Stand der Technik bekannt, das Kraftstoffzumesssystem auf zwei voneinander unabhängige Kraftstoffkreisläufe aufzuteilen. Die Unabhängigkeit der Kraftstoffkreisläufe setzt voraus, dass zwei Hochdruckspeicher und zwei Druckregelkreise vorhanden sind, die von dem Steuergerät angesteuert und vor allem koordiniert werden müssen. Jeder der Kraftstoffkreisläufe weist eine eigene Hochdruckpumpe auf, die über einen eigenen Druckregelkreis angesteuert wird. Eine solche Unterteilung des Kraftstoffzumesssystems auf zwei Kraftstoffkreisläufe ist aus dem Stand der Technik für 6-Zylinder-Brennkraftmaschinen, wobei dann jeder Kraftstoffkreislauf für die Versorgung der Brennräume von drei Zylindern zuständig ist, und für 8-Zylinder-Brennkraftmaschinen bekannt, wobei dann jeder Kraftstoffkreislauf für die Versorgung der Brennräume von vier Zylindern zuständig ist. Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungsansätzen zur Sicherstellung einer zuverlässigen Kraftstoffversorgung bei Brennkraftmaschinen mit einem relativ großen Hubraum bzw. bei 6- oder Mehr-Zylinder-Brennkraftmaschinen handelt es sich um relativ aufwendige und kostspielige Systemlösungen.

Aus der DE 198 23 639 A1 ist ein Common-Rail (CR)-Kraftstoffzumesssystem der eingangs beschriebenen Art mit einer Vorförderpumpe und einer Hochdruckpumpe bekannt. Aus der DE 195 23 283 A1 ist eine Hochdruckpumpe für ein Kraftstoffzumesssystem bekannt. Die beschriebene Hochdruckpumpe kann als Radialkolbenpumpe mit drei sternförmig angeordneten Pumpenkolben oder als eine Axialkolbenpumpe mit zwei parallel zueinander angeordneten Pumpenkolben ausgebildet sein. Bei der bekannten

- 5 -

Hochdruckpumpe werden die einzelnen Kolben über einen gemeinsamen Nocken- bzw. Exzenterantrieb betätigt. Zwischen den einzelnen Pumpenkolben besteht also eine feste mechanische Kopplung, die eine gezielte Betätigung einzelner Pumpenkolben nicht zulässt. Obwohl die bekannte Hochdruckpumpe mehrere Pumpenkolben aufweist, muss sie doch als eine einzelne Hochdruckpumpe betrachtet werden.

Des weiteren sind aus anderen Bereichen der Kraftfahrzeugtechnik, insbesondere aus dem Bereich der Bremssysteme und der aktiven Fahrwerkssysteme, Pumpenanordnungen mit mehreren Pumpenkolben bekannt. So ist bspw. aus der DE 40 41 800 C2 eine als Axialkolbenpumpe ausgebildete Zweikolbenpumpe eines blockiergeschützten Bremssystems mit zwei parallel zueinander angeordneten Pumpenkolben bekannt. Aus der EP 0 448 836 A1 ist eine als Radialkolbenpumpe mit zwei diametral gegenüberliegenden Pumpenkolben ausgebildete Hubkolbenpumpe einer Fahrzeug-Bremsanlage zur Förderung von Flüssigkeit bekannt.

Schließlich ist aus der DE 40 27 794 A1 eine Radialkolbenpumpe für die Energieversorgung bei der Fahrzeug-Hydraulik (Antiblockiersystem ABS, Antischlupfregelung ASR, aktive Fahrwerksregelung) bekannt. All diesen Pumpenanordnungen ist gemeinsam, dass zwischen den einzelnen Pumpenkolben eine feste mechanische Kopplung besteht und ein gezieltes Betätigen einzelner Pumpenkolben nicht möglich ist, so dass all diese Pumpenanordnungen als einzelne Pumpen zu betrachten sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, auf eine konstruktiv einfache und möglichst kostengünstige Weise insbesondere bei Brennkraftmaschinen mit vier oder mehr Zylindern bzw. bei Brennkraftmaschinen mit einem großen Hubraum eine zuverlässige Kraftstoffversorgung sicherzustellen.

- 6 -

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ausgehend von dem Verfahren der eingangs genannten Art vor, dass das Kraftstoffzumesssystem einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume der Brennkraftmaschine aufweist, wobei sämtliche Hochdruckpumpen in dem Kraftstoffkreislauf angeordnet werden, und dass sämtliche Hochdruckpumpen über einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig voneinander angesteuert werden.

#### Vorteile der Erfindung

Erfindungsgemäß wird das Kraftstoffzumesssystem also nicht in mehrere Kraftstoffkreisläufe unterteilt, vielmehr ist nur ein Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume der Brennkraftmaschine vorgesehen. Sämtliche Hochdruckpumpen der Hochdruckpumpenanordnung sind in diesem Kraftstoffkreislauf angeordnet. Das erfindungsgemäße Kraftstoffzumesssystem weist vorzugsweise zwei Hochdruckpumpen auf. Die eingesetzten Hochdruckpumpen können als Standardpumpen, bspw. als 1-Zylinder-Kolbenpumpen oder als 3-Zylinder-Radialkolbenpumpen, ausgebildet sein, wie sie an sich aus dem Stand der Technik bekannt sind. Das Steuergerät des Kraftstoffzumesssystems steuert sämtliche Hochdruckpumpen über einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig voneinander an. In dem Kraftstoffkreislauf ist lediglich ein Hochdruckspeicher angeordnet, dessen Einspritzdruck von nur einem Druckregelkreis geregelt werden kann. Dadurch kann das erfindungsgemäße Verfahren auf besonders einfache und kostengünstige Weise realisiert werden.

Des weiteren kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine zuverlässige Versorgung der Brennräume mit Kraftstoff, insbesondere bei Brennkraftmaschinen mit einem relativ großen Hubraum bzw. bei Brennkraftmaschinen mit vier oder

- 7 -

mehr Zylindern, sichergestellt werden.

Dadurch dass die Hochdruckpumpen in einen gemeinsamen Hochdruckspeicher fördern, ist eine einfache Regelung des in dem Hochdruckspeicher herrschenden Einspritzdrucks mit lediglich einem Druckregelkreis möglich. Nur die Endstufen zur Ansteuerung der Hochdruckpumpen müssen zweimal ausgebildet sein. Gleichzeitig wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bei nicht symmetrischen Zündfolgen ein komplexer Aufbau des Kraftstoffzumesssystems vermieden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Hochdruckpumpen parallel zueinander angesteuert werden. Die Hochdruckpumpen werden also synchron angesteuert und durchlaufen gleichzeitig einen Saughub und einen Förderhub.

Alternativ wird gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, dass eine oder mehrere erste Hochdruckpumpen entgegengesetzt zu einer oder mehreren zweiten Hochdruckpumpen angesteuert werden. Die ersten Hochdruckpumpen und die zweiten Hochdruckpumpen durchlaufen den Saughub und den Förderhub versetzt zueinander, d.h. wenn sich die ersten Hochdruckpumpen im Saughub befinden, befinden sich die zweiten Hochdruckpumpen im Förderhub und umgekehrt, wenn sich die ersten Hochdruckpumpen im Förderhub befinden, befinden sich die zweiten Hochdruckpumpen im Saughub. Der Vorteil dieser Weiterbildung liegt darin, dass eine deutliche Reduzierung der unterschiedlichen Druckniveaus von aufeinanderfolgenden Einspritzungen erzielt werden kann, da die Nachförderung gleichmäßig verteilt ist. Ein weiterer Vorteil besteht in der Möglichkeit einer einfachen Diagnose der Hochdruckpumpen, indem der Verlauf des in dem

- 8 -

Hochdruckspeicher herrschenden Einspritzdrucks überwacht wird.

Für eine ressourcenschonende Ansteuerung durch das  
5 Steuergerät wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform  
der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, dass die  
Hochdruckpumpen mit derselben Ansteuerzeit angesteuert  
werden. Die Ansteuerzeit wird also in dem Steuergerät nur  
einmal für sämtliche Hochdruckpumpen des  
10 Kraftstoffzumesssystems berechnet. Die Ansteuerung der  
einzelnen Hochdruckpumpen erfolgt dann über eine  
Umschalteneinrichtung, die zu den entsprechenden Zeitpunkten  
bzw. bei der entsprechenden Winkelstellung der Kurbelwelle  
der Brennkraftmaschine zwischen den ersten Hochdruckpumpen  
15 und den zweiten Hochdruckpumpen umschaltet. Auf diese Weise  
können mit derselben Ansteuerzeit abwechselnd die ersten  
Hochdruckpumpen und die zweiten Hochdruckpumpen angesteuert  
werden.

20 Als eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden  
Erfindung wird ausgehend von dem Kraftstoffzumesssystem der  
eingangs genannten Art vorgeschlagen, dass das  
Kraftstoffzumesssystem einen Kraftstoffkreislauf zum  
Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume der  
25 Brennkraftmaschine aufweist, wobei sämtliche  
Hochdruckpumpen in dem Kraftstoffkreislauf angeordnet sind,  
und dass das Steuergerät einen Druckregelkreis für  
sämtliche Hochdruckpumpen umfasst, wobei die  
Hochdruckpumpen unabhängig voneinander über den  
30 Druckregelkreis ansteuerbar sind.

Gemäß eine bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden  
Erfindung wird vorgeschlagen, dass die  
Hochdruckpumpenanordnung zwei Hochdruckpumpen aufweist.

35 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden



- 9 -

Erfindung wird vorgeschlagen, dass das Steuergerät die Hochdruckpumpen parallel zueinander ansteuert. Alternativ wird vorgeschlagen, dass das Steuergerät eine oder mehrere erste Hochdruckpumpen entgegengesetzt zu einer oder  
5 mehreren zweiten Hochdruckpumpen ansteuert.

Vorteilhafterweise steuert das Steuergerät die Hochdruckpumpen mit derselben Ansteuerzeit an.

10 Ausgehend von der direkteinspritzenden Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art wird zur Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung des weiteren vorgeschlagen, dass das Kraftstoffzumesssystem nach einem der Ansprüche 5 bis 9 ausgebildet ist.

15 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Brennkraftmaschine mindestens sechs Zylinder aufweist.

20 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Kraftstoffzumesssystem zwei Hochdruckspeicherbereiche auf, die miteinander über eine Druckausgleichsleitung in Verbindung stehen. Durch die Druckausgleichsleitung werden die beiden Hochdruckspeicherbereiche zu einem gemeinsamen  
25 Hochdruckspeicher zusammengefasst.

Schließlich wird ausgehend von dem Steuergerät der eingangs genannten Art als noch eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, dass das  
30 Kraftstoffzumesssystem einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume der Brennkraftmaschine aufweist, wobei sämtliche Hochdruckpumpen in dem Kraftstoffkreislauf angeordnet sind, und dass das Steuergerät sämtliche Hochdruckpumpen über  
35 einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig voneinander ansteuert.

- 10 -

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass das Steuergerät die Hochdruckpumpen parallel zueinander ansteuert. Alternativ wird vorgeschlagen, dass das Steuergerät eine oder mehrere  
5 erste Hochdruckpumpen entgegengesetzt zu einer oder mehreren zweiten Hochdruckpumpen ansteuert. Vorteilhafterweise steuert das Steuergerät die Hochdruckpumpen mit derselben Ansteuerzeit an.

10 Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Steuerelements, das für ein Steuergerät einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine vorgesehen ist. Dabei ist auf dem Steuerelement ein Programm abgespeichert,  
15 das auf einem Rechenggerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes Programm realisiert, so dass dieses mit dem  
20 Programm versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, bspw. ein Read-Only-Memory oder ein Flash-Memory.

25  
Zeichnung

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung  
30 von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren  
35 Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung. Es

- 11 -

zeigen:

Figur 1 ein schematisches Blockschaltbild eines  
Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen  
Brennkraftmaschine;

Figur 2 ein schematisches Blockschaltbild eines  
ersten Ausführungsbeispiels eines  
erfindungsgemäßen Kraftstoffzumesssystems;

Figur 3 ein Diagramm zur Verdeutlichung eines  
Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen  
Verfahrens zum Betreiben des  
Kraftstoffzumesssystems aus Figur 2;

Figur 4 ein schematisches Blockschaltbild eines  
zweiten Ausführungsbeispiels eines  
erfindungsgemäßen Kraftstoffzumesssystems im  
Ausschnitt;

Figur 5 ein Diagramm zur Verdeutlichung eines  
zweiten Ausführungsbeispiels eines  
erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben  
des Kraftstoffzumesssystems aus Figur 4; und

Figur 6 ein Diagramm zur Verdeutlichung eines  
dritten Ausführungsbeispiels eines  
erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben  
des Kraftstoffzumesssystems aus Figur 4.

In Figur 1 ist eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine  
1 eines Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in  
einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3  
ist mit einem Brennraum 4 versehen, der u.a. durch den  
Kolben 2, ein Einlassventil 5 und ein Auslassventil 6

- 12 -

begrenzt ist. Mit dem Einlassventil 5 ist ein Ansaugrohr 7 und mit dem Auslassventil 6 ein Abgasrohr 8 gekoppelt.

Im Bereich des Einlassventils 5 und des Auslassventils 6  
5 ragen ein Einspritzventil 9 und eine Zündkerze 10 in den Brennraum 4. Über das Einspritzventil 9 kann Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden. Mit der Zündkerze 10 kann der Kraftstoff in dem Brennraum 4 entzündet werden.

10 Der Kolben 2 wird durch die Verbrennung des Kraftstoffs in dem Brennraum 4 in eine Hin- und Herbewegung versetzt, die auf eine nicht dargestellte Kurbelwelle übertragen wird und auf diese ein Drehmoment ausübt.

15 Die Brennkraftmaschine 1 weist ein Kraftstoffzumesssystem 11 auf, durch das der über das Einspritzventil 9 in den Brennraum 4 einzuspritzende Kraftstoff zugemessen wird. Das Kraftstoffzumesssystem 11 weist einen  
20 Kraftstoffvorratsbehälter 12 auf, aus dem von einer als Elektrokraftstoffpumpe ausgebildeten Vorförderpumpe 13 Kraftstoff in einen Niederdruckbereich ND des Kraftstoffzumesssystems 11 gefördert wird. Eine  
25 Hochdruckpumpenanordnung bestehend aus zwei Hochdruckpumpen 14 und 15 fördert Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich ND in einen Hochdruckspeicher 16. Die Hochdruckpumpen 14, 15 sind als Ein-Zylinder-Hochdruckpumpen mit jeweils zwei Rückschlagventilen 17 und einem Mengensteuerventil 18  
30 ausgebildet. Durch die Mengensteuerventile 18 kann eine Mengensteuerleitung 19 geöffnet bzw. geschlossen werden. Bei einer geöffneten Mengensteuerleitung 19 fließt wird der angesaugte Kraftstoff wieder in den Niederdruckkreislauf zurückgeschoben, anstatt in den Hochdruckkreis gefördert zu werden. Die Mengensteuerventile 18 werden mittels  
35 Ansteuersignale T angesteuert. Alternativ können die Hochdruckpumpen 14, 15 auch als Drei-Zylinder-Radialkolbenpumpen ausgebildet sein. Entscheidend ist, dass

- 13 -

Standard-Hochdruckpumpen und keine aufwendigen und teuren Sonderanfertigungen als Hochdruckpumpen 14, 15 eingesetzt werden.

5 Der Hochdruckspeicher 16 ist als eine Speicherleiste eines Common-Rail (CR)-Kraftstoffzumesssystems ausgebildet. An dem Hochdruckspeicher 16 ist ein Drucksensor angeordnet, der den in dem Hochdruckspeicher 16 herrschenden Einspritzdruck erfasst und ein entsprechendes  
10 Ausgangssignal  $p_r$  erzeugt. Aus dem Hochdruckspeicher 16 münden mehrere - im vorliegenden Fall vier - Einspritzventile 9, über die Kraftstoff in die Brennräume 4 der Zylinder 3 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt wird. Zum Einspritzen von Kraftstoff werden die Einspritzventile  
15 9 mit einem entsprechenden Ansteuersignal ES angesteuert. Die Zündkerze 10 wird durch ein Ansteuersignal ZW angesteuert.

Um den Druck in dem Niederdruckbereich ND des  
20 Kraftstoffzumesssystems 11 auf einem vorgebbaren Wert zu halten, ist in dem Niederdruckbereich ND ein Niederdruckregler 20 angeordnet, über den Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich ND zurück in den Kraftstoffvorratsbehälter 12 fließen kann, falls der Druck  
25 in dem Niederdruckbereich ND einen vorgebbaren Druckwert übersteigt. Zwischen der Vorförderpumpe 13 und den Hochdruckpumpen 14, 15 ist ein Filter 21 angeordnet.

Ein Steuergerät 22 ist von Eingangssignalen 23  
30 beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 darstellen. Bspw. ist das Steuergerät 22 mit einem Luftmassensensor, einem Lambda-Sensor, einem Drehzahlsensor oder einem in dem Hochdruckbereich HD, vorzugsweise in dem Hochdruckspeicher  
35 16, angeordneten Drucksensor 24 u.dgl. verbunden. Das Steuergerät 22 erzeugt Ausgangssignale 25, mit denen über

- 14 -

Aktoren bzw. Steller das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 beeinflusst werden kann. Bspw. ist das Steuergerät 22 mit dem Einspritzventil 9 (Steuersignal ES), der Zündkerze 10 (Steuersignal ZW), den Mengensteuerventilen 18 (Steuersignal T), einer in dem Ansaugrohr 7 angeordneten Drosselklappe u.dgl. verbunden und erzeugt die zu deren Ansteuerung erforderlichen Signale.

Unter anderem ist das Steuergerät 22 dazu vorgesehen, die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 zu steuern und/oder zu regeln. Bspw. wird die von dem Einspritzventil 9 in den Brennraum 4 eingespritzte Kraftstoffmasse von dem Steuergerät 22 insbesondere im Hinblick auf einen geringen Kraftstoffverbrauch und/oder eine geringe Schadstoffemission gesteuert und/oder geregelt. Zu diesem Zweck ist das Steuergerät 22 mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Steuerelement, insbesondere in einem Read-Only-Memory oder einem Flash-Memory, ein Programm abgespeichert hat, das dazu geeignet ist, die genannte Steuerung und/oder Regelung durchzuführen. In dem Steuerelement ist des weiteren ein Programm gespeichert, das zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist.

Die Brennkraftmaschine 1 aus Figur 1 kann in einer Vielzahl von Betriebsarten betrieben werden. So ist es möglich, die Brennkraftmaschine 1 in einem Homogenbetrieb, einem Schichtbetrieb, einem homogenen Magerbetrieb u.dgl. zu betreiben. Zwischen den genannten Betriebsarten der Brennkraftmaschine kann umgeschaltet werden. Derartige Umschaltungen werden von dem Steuergerät 22 durchgeführt.

Das in Figur 1 dargestellte Kraftstoffzumesssystem 11 zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass es nur einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume 4 der Brennkraftmaschine 1 aufweist.

- 15 -

In diesem einen Kraftstoffkreislauf sind beide Hochdruckpumpen 14, 15 angeordnet. Beide Hochdruckpumpen 14, 15 werden über einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig voneinander durch das Steuergerät 22 angesteuert. Für einen ressourcenschonenden Betrieb des Kraftstoffzumesssystems 11 werden beide Hochdruckpumpen 14, 15 mit derselben Ansteuerzeit T angesteuert. Die Ansteuerzeit T wird also für beide Hochdruckpumpen 14, 15 in dem Steuergerät 22 nur einmal berechnet.

In Figur 1 ist das erfindungsgemäße Kraftstoffzumesssystem 11 für eine Brennkraftmaschine 1 mit vier Zylindern 3 dargestellt. Durch das erfindungsgemäße Kraftstoffzumesssystem 11 wird eine zuverlässige Kraftstoffversorgung der Brennräume 4 auch von Brennkraftmaschinen 1 mit mehr als vier Zylindern 3 und/oder einem großen Hubraum sichergestellt.

In Figur 2 ist ein erfindungsgemäßes Kraftstoffzumesssystem 11 am Beispiel einer 8-Zylinder-Brennkraftmaschine 1 dargestellt. Bei der 8-Zylinder-Brennkraftmaschine 1 umfasst der Hochdruckspeicher 16 eine linke Bank 16' und eine rechte Bank 16''. Die beiden Bänke 16', 16'' stehen über eine Druckausgleichsleitung 26 miteinander in Verbindung, so dass in beiden Bänken 16', 16'' derselbe Einspritzdruck herrscht und die Bänke 16', 16'' als ein gemeinsamer Hochdruckspeicher 16 betrachtet werden können. Von jeder Bank 16', 16'' zweigen vier Einspritzventile 9 ab, über die Kraftstoff in die Brennräume 4 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt werden kann. Jede Bank 16', 16'' wird von einer eigenen Hochdruckpumpe 14; 15 mit Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich ND versorgt. Jeder Hochdruckpumpe 14; 15 ist eine eigene Endstufe 27; 28 zugeordnet.

Das Steuergerät 22 ermittelt die Ansteuerzeit T nur einmal

- 16 -

für beide Hochdruckpumpen 14, 15. Die Verteilung des  
Steuersignals T auf die Endstufen 27, 28 der beiden  
Hochdruckpumpen 14, 15 erfolgt über einen Schalter 29. Der  
Schalter 29 wird nach einem Synchro-Raster für die  
8-Zylinder-Brennkraftmaschine 1 alle 180° der Kurbelwelle  
KW umgeschaltet. Bei einer verstellbaren Nockenwelle als  
Antrieb für die Hochdruckpumpen 14, 15 ist das Synchro-  
Raster basierend auf der verstellbaren Nockenwelle  
entsprechend abzuleiten.

Aufgrund der begrenzten Steilheit der Nocken zum Antrieb  
der Hochdruckpumpen 14, 15 kann bei 1-Zylinder-  
Hochdruckpumpen bei einer Brennkraftmaschine 1 mit acht  
Zylindern keine Nockenwelle mit vier Nocken pro Umdrehung  
eingesetzt werden. Gleichzeitig können die  
Kraftstoffkreisläufe bei einer 8-Zylinder-  
Brennkraftmaschine 1 nicht entsprechend der mechanischen  
Anordnung (linke Bank 16', rechte Bank 16'') angeordnet  
werden, da die Zündfolge bzw. die Einspritzfolge nicht  
symmetrisch ist, d.h. sie springt nicht abwechselnd von der  
linken Bank 16' zu der rechten Bank 16''. Hier schafft das  
erfindungsgemäße Kraftstoffzumesssystem Abhilfe.

In Figur 3 ist eine Ansteuerung der Hochdruckpumpen 14, 15  
des Kraftstoffzumesssystems 1 aus Figur 2 gemäß einer  
bevorzugten Ausführungsform dargestellt. In der oberen  
Hälfte von Figur 3 ist der Hub  $h_1$  der Hochdruckpumpe 14  
und in dem unteren Teil der Hub  $h_2$  der Hochdruckpumpe 15  
dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die beiden  
Hochdruckpumpen 14, 15 entgegengesetzt zueinander  
angesteuert werden. Des Weiteren kann Figur 3 entnommen  
werden, wann die Pumpenkolben der Hochdruckpumpen 14, 15  
einen Saughub ausführen bzw. wann sie in einem Förderhub  
Kraftstoff in den Hochdruckspeicher 16 fördern.

In Figur 4 ist ein erfindungsgemäßes Kraftstoffzumesssystem



- 17 -

11 für eine Brennkraftmaschine mit sechs Zylindern 3 im  
Ausschnitt dargestellt. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel  
münden aus dem Hochdruckspeicher 16 sechs Einspritzventile  
9, über die Kraftstoff in die Brennräume 4 der einzelnen  
5 Zylinder 3 eingespritzt werden kann. Wie bei dem  
Kraftstoffzumesssystem 11 aus Figur 1 wird auch hier durch  
zwei Hochdruckpumpen 14, 15 Kraftstoff aus dem  
Niederdruckbereich ND des Kraftstoffzumesssystems 11 in den  
Hochdruckspeicher 16 gefördert. Auch das in Figur 4  
10 dargestellte Kraftstoffzumesssystem 11 weist lediglich  
einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in  
sämtliche Brennräume 4 der Brennkraftmaschine 1 auf. Beide  
Hochdruckpumpen 14, 15 sind in diesem einen  
Kraftstoffkreislauf angeordnet. Beide Hochdruckpumpen 14,  
15 werden über einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig  
15 voneinander angesteuert (vgl. Figur 2).

In den Figuren 5 und 6 sind zwei verschiedene Möglichkeiten  
zum Ansteuern der Hochdruckpumpen 14, 15 des  
20 Kraftstoffzumesssystems 11 aus Figur 4 dargestellt. Bei dem  
in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel werden die  
Hochdruckpumpen 14, 15 parallel zueinander angesteuert. Bei  
dem Ausführungsbeispiel nach Figur 6 werden die  
Hochdruckpumpen 14, 15 dagegen - ähnlich wie bei dem  
25 Ausführungsbeispiel aus Figur 3 - entgegengesetzt  
zueinander angesteuert. In Übereinstimmung mit dem  
Ausführungsbeispiel aus Figur 3 sind in den Figuren 5 und 6  
Saughub und Förderhub eingezeichnet.

5

## Ansprüche

- 10 1. Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffzumesssystems  
(11) einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine (1), mit  
einem Kraftstoffvorratsbehälter (12), mindestens einer  
Vorförderpumpe (13) zum Fördern von Kraftstoff aus dem  
Kraftstoffvorratsbehälter (12) in einen Niederdruckbereich  
15 (ND) des Kraftstoffzumesssystems (11), einer  
Hochdruckpumpenanordnung mit mindestens zwei  
Hochdruckpumpen (14, 15) zum Fördern von Kraftstoff aus dem  
Niederdruckbereich (ND) in mindestens einen  
Hochdruckspeicher (16; 16', 16''), einem Steuergerät (22)  
20 zur Regelung eines in dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'')  
herrschenden Einspritzdrucks ( $p_r$ ) und mit  
Kraftstoffeinspritzventilen (9) zum Einspritzen von  
Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') in  
Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1), **dadurch**  
25 **gekennzeichnet**, dass das Kraftstoffzumesssystem (11) einen  
Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in  
sämtliche Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1)  
aufweist, wobei sämtliche Hochdruckpumpen (14, 15) in dem  
Kraftstoffkreislauf angeordnet werden, und dass sämtliche  
30 Hochdruckpumpen (14, 15) über einen gemeinsamen  
Druckregelkreis unabhängig voneinander angesteuert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Hochdruckpumpen (14, 15) parallel zueinander  
35 angesteuert werden.

- 19 -

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere erste Hochdruckpumpen (14) entgegengesetzt zu einer oder mehreren zweiten Hochdruckpumpen (15) angesteuert werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpen (14, 15) mit derselben Ansteuerzeit (T) angesteuert werden.

5. Kraftstoffzumesssystem (11) einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine (1), mit einem Kraftstoffvorratsbehälter (12), mindestens einer Vorförderpumpe (13) zum Fördern von Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter (12) in einen Niederdruckbereich (ND) des Kraftstoffzumesssystems (11), einer Hochdruckpumpenanordnung mit mindestens zwei Hochdruckpumpen (14, 15) zum Fördern von Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich (ND) in mindestens einen Hochdruckspeicher (16; 16', 16''), einem Steuergerät (22) zur Regelung eines in dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') herrschenden Einspritzdrucks ( $p_r$ ) und mit Kraftstoffeinspritzventilen (9) zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') in Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kraftstoffzumesssystem (11) einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1) aufweist, wobei sämtliche Hochdruckpumpen (14, 15) in dem Kraftstoffkreislauf angeordnet sind, und dass das Steuergerät (22) einen Druckregelkreis für sämtliche Hochdruckpumpen (14, 15) umfasst, wobei die Hochdruckpumpen (14, 15) unabhängig voneinander über den Druckregelkreis ansteuerbar sind.

6. Kraftstoffzumesssystem (11) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpenanordnung zwei Hochdruckpumpen (14, 15) aufweist.

- 20 -

7. Kraftstoffzumesssystem (11) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (22) die Hochdruckpumpen (14, 15) parallel zueinander ansteuert.

5 8. Kraftstoffzumesssystem (11) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (22) eine oder mehrere erste Hochdruckpumpen (14) entgegengesetzt zu einer oder mehreren zweiten Hochdruckpumpen (15) ansteuert.

10 9. Kraftstoffzumesssystem (11) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (22) die Hochdruckpumpen (14, 15) mit derselben Ansteuerzeit (T) ansteuert.

15 10. Direkteinspritzende Brennkraftmaschine (1) mit einem Kraftstoffzumesssystem (11), das einen Kraftstoffvorratsbehälter (12), mindestens eine Vorförderpumpe (13) zum Fördern von Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter (12) in einen Niederdruckbereich (ND) des Kraftstoffzumesssystems (11), eine  
20 Hochdruckpumpenanordnung mit mindestens zwei Hochdruckpumpen (14, 15) zum Fördern von Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich (ND) in mindestens einen Hochdruckspeicher (16; 16', 16''), ein Steuergerät (22) zur  
25 Regelung eines in dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') herrschenden Einspritzdrucks ( $p_r$ ) und Kraftstoffeinspritzventile (9) zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') in  
30 Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftstoffzumesssystem (11) nach einem der Ansprüche 5 bis 9 ausgebildet ist.

35 11. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkraftmaschine (1) mindestens sechs Zylinder (3) aufweist.

- 21 -

12. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftstoffzumesssystem (11) zwei Hochdruckspeicherbereiche (16', 16'') aufweist, die miteinander über eine Druckausgleichsleitung (26) in Verbindung stehen.

13. Steuergerät (22) für eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine (1) mit einem Kraftstoffzumesssystem (11), das einen Kraftstoffvorratsbehälter (12), mindestens eine Vorförderpumpe (13) zum Fördern von Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter (12) in einen Niederdruckbereich (ND) des Kraftstoffzumesssystems (11), eine Hochdruckpumpenanordnung mit mindestens zwei Hochdruckpumpen (14, 15) zum Fördern von Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich (ND) in mindestens einen Hochdruckspeicher (16; 16', 16''), das Steuergerät (22) zur Regelung eines in dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') herrschenden Einspritzdrucks ( $p_r$ ) und Kraftstoffeinspritzventile (9) zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') in Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kraftstoffzumesssystem (11) einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1) aufweist, wobei sämtliche Hochdruckpumpen (14, 15) in dem Kraftstoffkreislauf angeordnet sind, und dass das Steuergerät (22) sämtliche Hochdruckpumpen (14, 15) über einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig voneinander ansteuert.

14. Steuergerät (22) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (22) die Hochdruckpumpen (14, 15) parallel zueinander ansteuert.

15. Steuergerät (22) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (22) eine oder mehrere

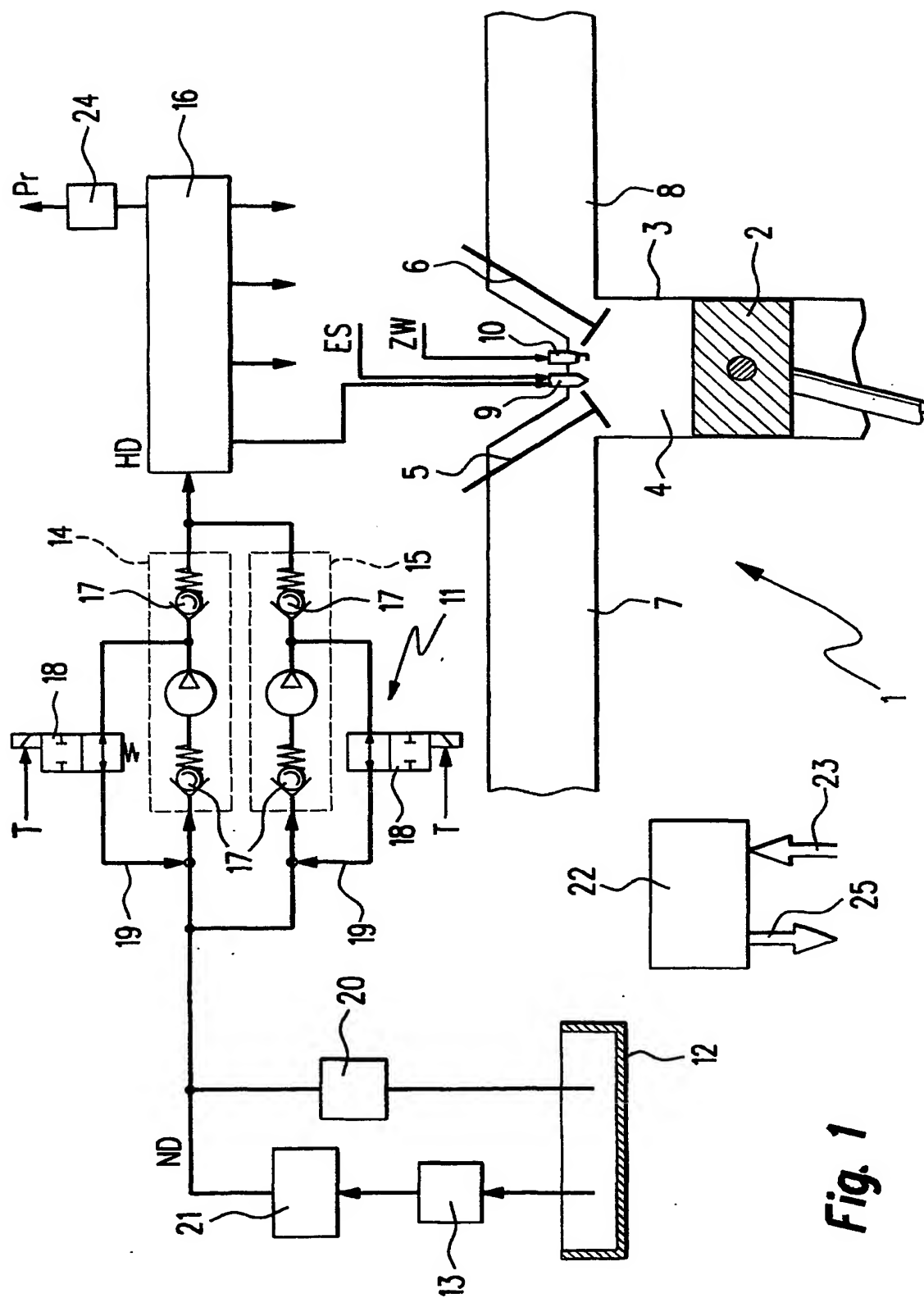
- 22 -

erste Hochdruckpumpen (14) entgegengesetzt zu einer oder mehreren zweiten Hochdruckpumpen (15) ansteuert.

5 16. Steuergerät (22) nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (22) die Hochdruckpumpen (14, 15) mit derselben Ansteuerzeit (T) ansteuert.

10 17. Steuerelement, insbesondere Read-Only-Memory (ROM) oder Flash-Memory, für ein Steuergerät (22) einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine (1), auf dem ein Programm abgespeichert ist, das auf einem Rechengerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis  
15 4 geeignet ist.

1 / 4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



2 / 4

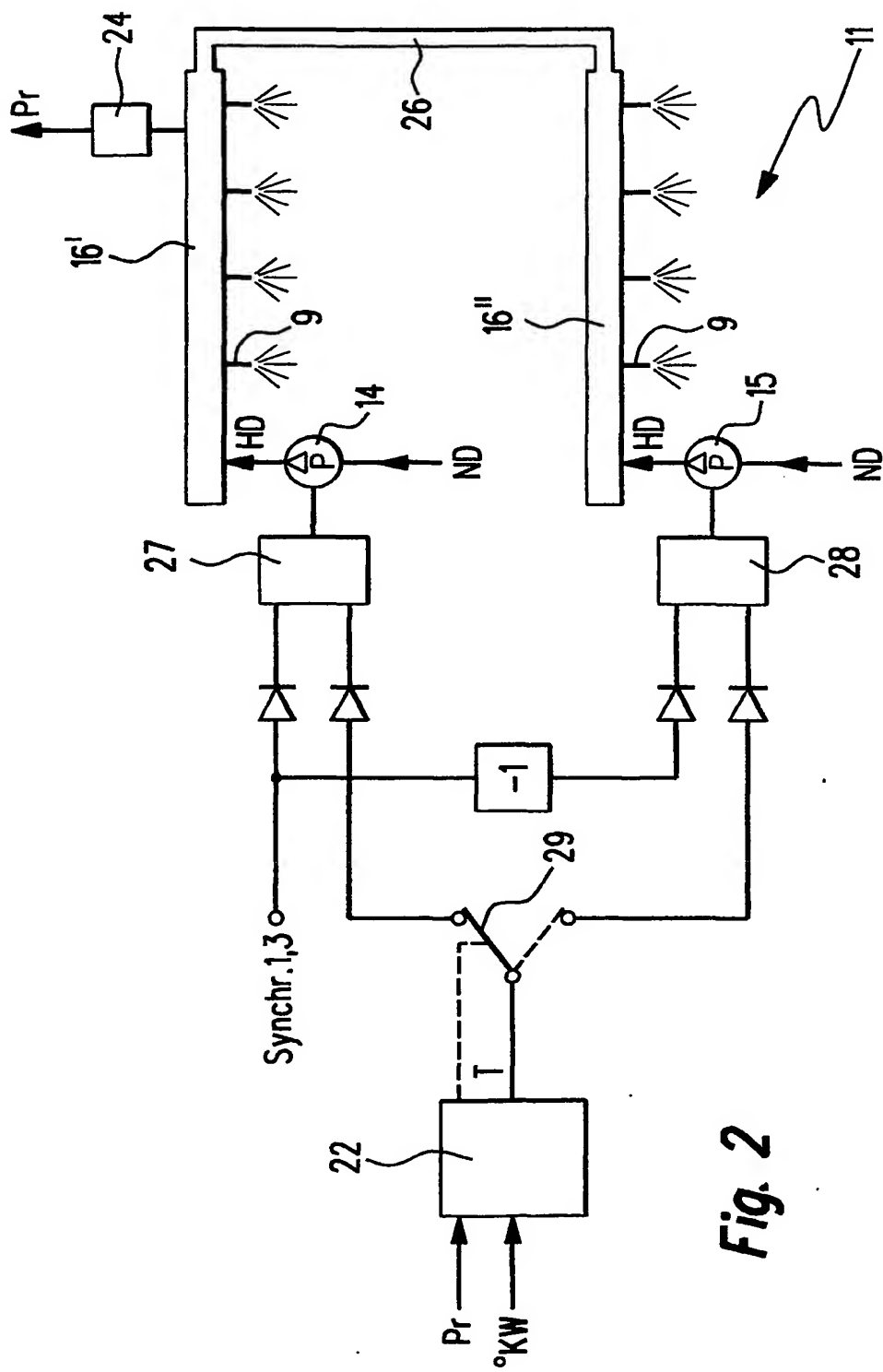
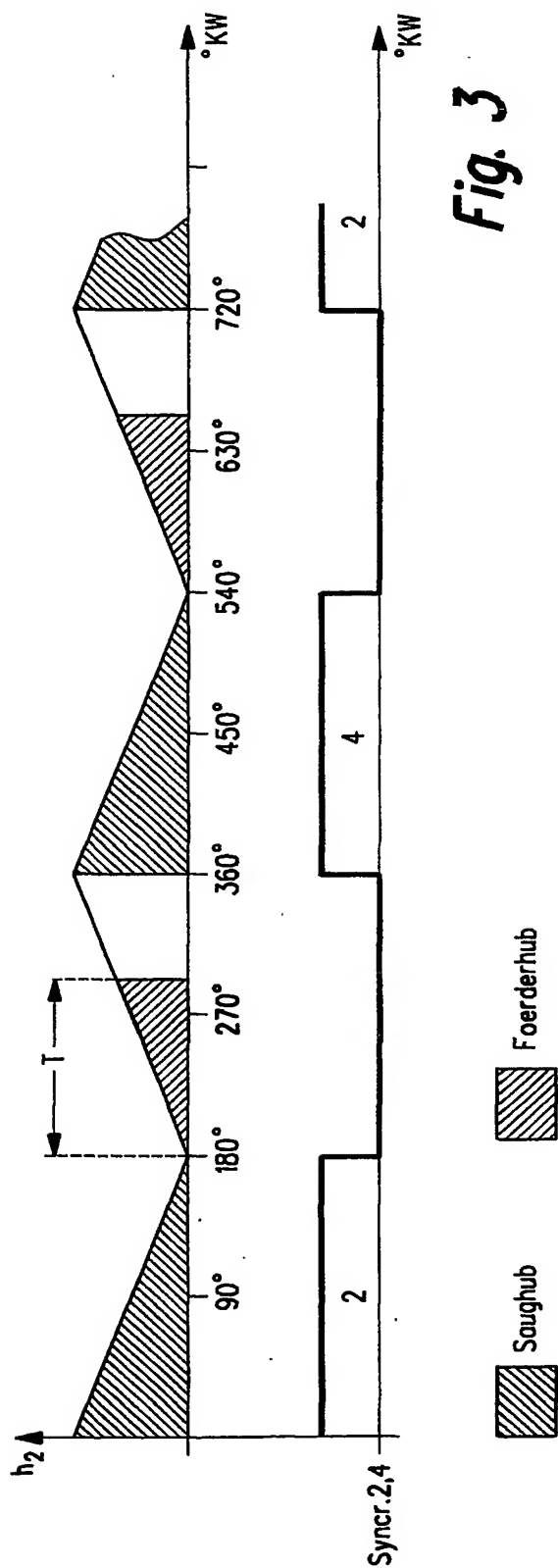
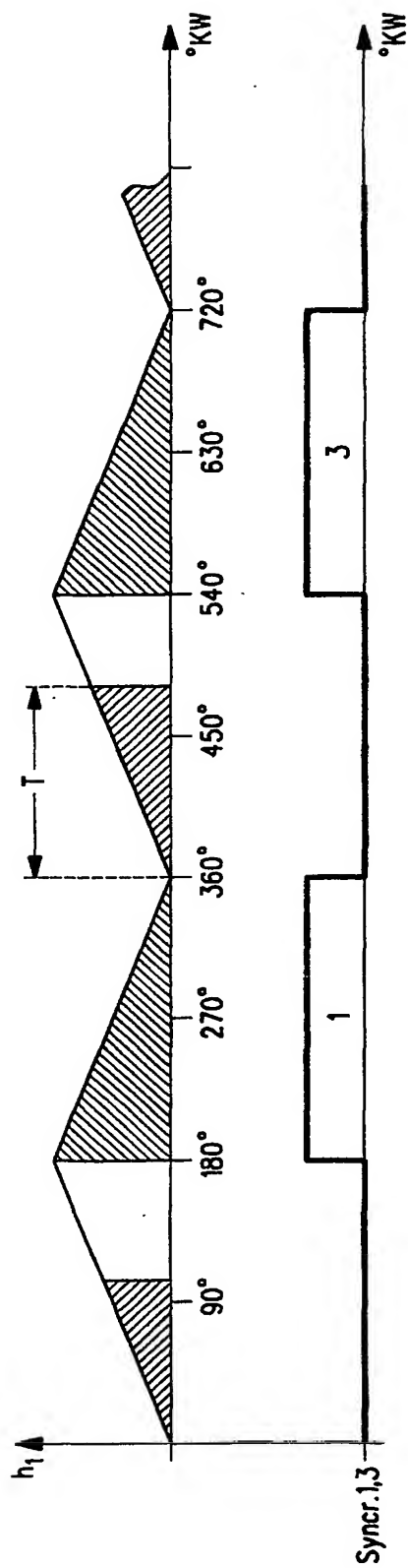


Fig. 2

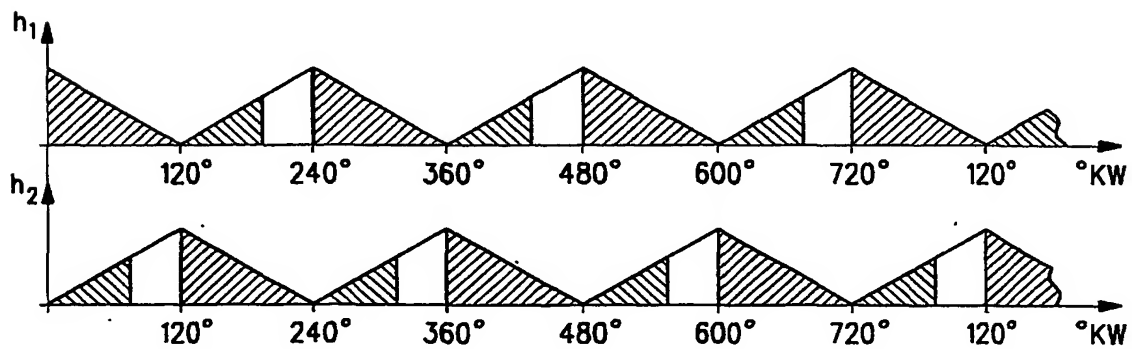
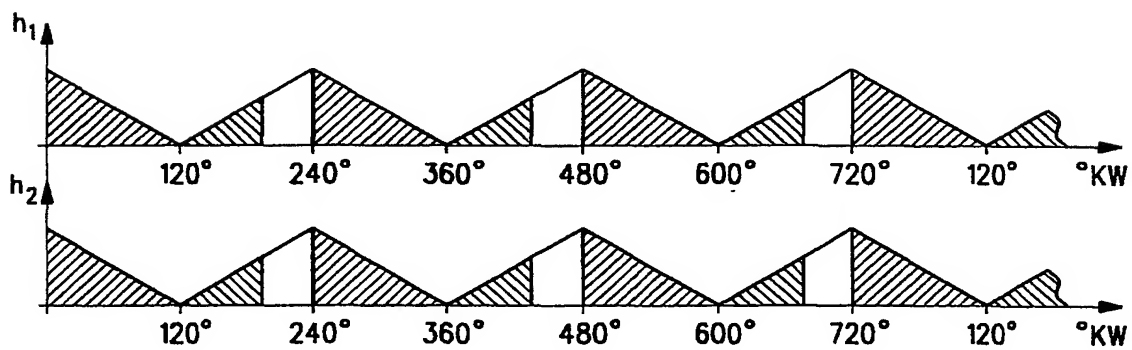
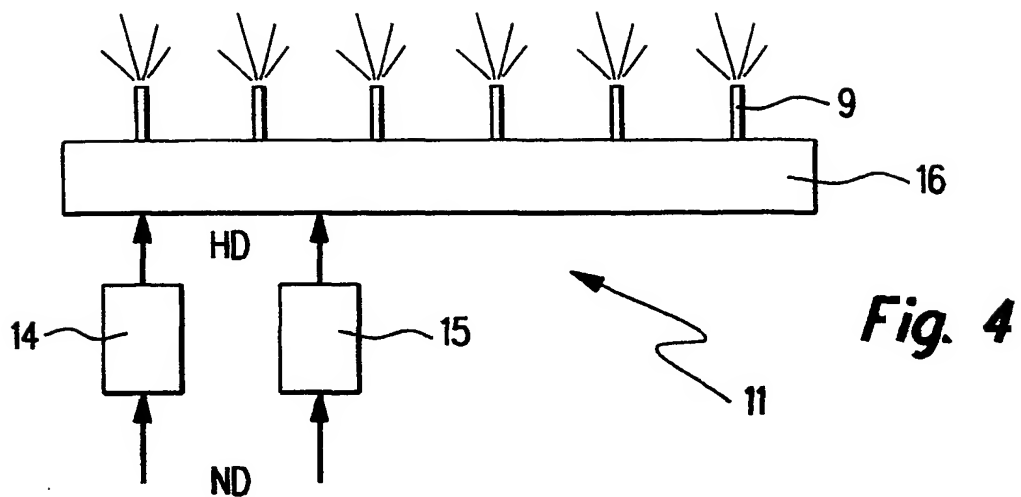
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**Fig. 3**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4 / 4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Application No

PCT/DE 01/01720

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 F02M63/02 F02D41/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 133 645 A (CROWLEY PATRICK J ET AL) 28 July 1992 (1992-07-28) column 3, line 26 - line 68; figure 1	1,2,5,7, 10-14
A	EP 0 860 600 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 26 August 1998 (1998-08-26)  page 5, line 25 -page 6, line 1; figure 1	1,3,5,7, 10,13, 15,17
A	US 5 433 182 A (AUGUSTIN ULRICH ET AL) 18 July 1995 (1995-07-18) column 2, line 12 -column 3, line 53; figure 3	1,5,10, 13

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 September 2001

Date of mailing of the international search report

27/09/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schmitter, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

tional Application No

PCT/DE 01/01720

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5133645	A	28-07-1992	DE	4115103 A1	02-04-1992
			GB	2246175 A ,B	22-01-1992
			US	5230613 A	27-07-1993
EP 0860600	A	26-08-1998	JP	10238392 A	08-09-1998
			JP	10238391 A	08-09-1998
			EP	0860600 A2	26-08-1998
US 5433182	A	18-07-1995	DE	4335171 C1	04-05-1995
			FR	2711188 A1	21-04-1995
			GB	2282851 A ,B	19-04-1995
			IT	RM940663 A1	18-04-1995



A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F02M63/02 F02D41/38

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F02M F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 133 645 A (CROWLEY PATRICK J ET AL) 28. Juli 1992 (1992-07-28) Spalte 3, Zeile 26 - Zeile 68; Abbildung 1 ---	1,2,5,7, 10-14
A	EP 0 860 600 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 26. August 1998 (1998-08-26)  Seite 5, Zeile 25 -Seite 6, Zeile 1; Abbildung 1 ---	1,3,5,7, 10,13, 15,17
A	US 5 433 182 A (AUGUSTIN ULRICH ET AL) 18. Juli 1995 (1995-07-18) Spalte 2, Zeile 12 -Spalte 3, Zeile 53; Abbildung 3 -----	1,5,10, 13

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. September 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/09/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schmitter, T

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5133645	A	28-07-1992	DE	4115103 A1	02-04-1992
			GB	2246175 A ,B	22-01-1992
			US	5230613 A	27-07-1993
EP 0860600	A	26-08-1998	JP	10238392 A	08-09-1998
			JP	10238391 A	08-09-1998
			EP	0860600 A2	26-08-1998
US 5433182	A	18-07-1995	DE	4335171 C1	04-05-1995
			FR	2711188 A1	21-04-1995
			GB	2282851 A ,B	19-04-1995
			IT	RM940663 A1	18-04-1995

Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffzumesssystems einer  
direkteinspritzenden Brennkraftmaschine

Stand der Technik

- 15 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum  
Betreiben eines Kraftstoffzumesssystems einer  
direkteinspritzenden Brennkraftmaschine, mit einem  
Kraftstoffvorratsbehälter, mindestens einer Vorförderpumpe  
zum Fördern von Kraftstoff aus dem  
20 Kraftstoffvorratsbehälter in einen Niederdruckbereich des  
Kraftstoffzumesssystems, einer Hochdruckpumpenanordnung mit  
mindestens zwei Hochdruckpumpen zum Fördern von Kraftstoff  
aus dem Niederdruckbereich in mindestens einen  
Hochdruckspeicher, einem Steuergerät zur Regelung eines in  
25 dem Hochdruckspeicher herrschenden Einspritzdrucks und mit  
Kraftstoffeinspritzventilen zum Einspritzen von Kraftstoff  
aus dem Hochdruckspeicher in Brennräume der  
Brennkraftmaschine.
- 30 Die Erfindung betrifft außerdem ein Kraftstoffzumesssystem  
einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine, mit einem  
Kraftstoffvorratsbehälter, mindestens einer Vorförderpumpe  
zum Fördern von Kraftstoff aus dem  
Kraftstoffvorratsbehälter in einen Niederdruckbereich des  
35 Kraftstoffzumesssystems, einer Hochdruckpumpenanordnung mit  
mindestens zwei Hochdruckpumpen zum Fördern von Kraftstoff  
aus dem Niederdruckbereich in mindestens einen

**THIS PAGE BLANK (USPTL)**

Hochdruckspeicher, einem Steuergerät zur Regelung eines in dem Hochdruckspeicher herrschenden Einspritzdrucks und mit Kraftstoffeinspritzventilen zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher in Brennräume der  
5 Brennkraftmaschine.

Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine mit einem Kraftstoffzumesssystem, das einen  
10 Kraftstoffvorratsbehälter, mindestens eine Vorförderpumpe zum Fördern von Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter in einen Niederdruckbereich des Kraftstoffzumesssystems, eine Hochdruckpumpenanordnung mit mindestens zwei Hochdruckpumpen zum Fördern von Kraftstoff  
15 aus dem Niederdruckbereich in mindestens einen Hochdruckspeicher, ein Steuergerät zur Regelung eines in dem Hochdruckspeicher herrschenden Einspritzdrucks und Kraftstoffeinspritzventile zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher in Brennräume der  
20 Brennkraftmaschine umfasst.

Die Erfindung betrifft schließlich auch ein Steuergerät für eine solche direkteinspritzende Brennkraftmaschine.

25 Direkteinspritzende Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art mit eingangs erwähnten Kraftstoffzumesssystemen sind aus dem Stand der Technik bspw. in Form von Brennkraftmaschinen mit Benzin-Direkteinspritzung (BDE) bekannt. Das  
30 Kraftstoffzumesssystem weist eine üblicherweise als Elektrokraftstoffpumpe ausgebildete Vorförderpumpe auf, die Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter in einen Niederdruckbereich des Kraftstoffzumesssystems fördert. Eine Hochdruckpumpenanordnung des Kraftstoffzumesssystems  
35 fördert Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich mit Hochdruck in einen Hochdruckspeicher. Der Hochdruckspeicher ist bspw.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

als die Verteilerleiste eines Common-Rail (CR) - Kraftstoffzumesssystems ausgebildet. Von dem Hochdruckspeicher münden Einspritzventile ab, über die Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher in Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann. Die Einspritzventile werden von einem Steuergerät der Brennkraftmaschine angesteuert. Das Steuergerät hat des Weiteren die Aufgabe über einen Druckregelkreis einen in dem Hochdruckspeicher herrschenden Einspritzdruck zu regeln. Eine Erhöhung des Einspritzdrucks kann durch geeignetes Ansteuern der Hochdruckpumpenanordnung, also durch Erhöhung der Kraftstoffzufuhr in den Hochdruckspeicher, erzielt werden. Eine Reduzierung des Einspritzdrucks kann durch geeignetes Ansteuern eines aus dem Hochdruckspeicher abzweigenden Steuerventils, also durch Erhöhung des Kraftstoffablaufs aus dem Hochdruckspeicher, oder durch Reduktion der Förderleistung der HDP erzielt werden. Das Steuerventil ist bspw. als ein Mengensteuerventil (bei 1-Zylinder-Kolben-Hochdruckpumpen) oder als ein Drucksteuerventil (bei 3-Zylinder-Radialkolben-Hochdruckpumpen) ausgebildet.

Bei Brennkraftmaschinen mit vier oder weniger Zylindern oder bei Brennkraftmaschinen mit einem relativ geringen Hubraum umfasst die Hochdruckpumpenanordnung in der Regel nur eine Hochdruckpumpe. Diese kann bspw. als eine 1-Zylinder-Kolbenpumpe oder als eine 3-Zylinder-Radialkolbenpumpe ausgebildet sein. Mit der einen Hochdruckpumpe kann bei Brennkraftmaschinen mit vier oder weniger Zylindern bzw. bei Brennkraftmaschinen mit einem relativ geringen Hubraum in sämtlichen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine eine zuverlässige Versorgung der Brennräume mit der erforderlichen Kraftstoffmenge sichergestellt werden.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass bei Brennkraftmaschinen

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



mit einem relativ großen Hubraum bzw. bei  
Brennkraftmaschinen mit sechs und mehr Zylindern eine  
zuverlässige Kraftstoffversorgung mit nur einer  
Hochdruckpumpe nicht mehr sichergestellt werden kann.  
5 Deshalb ist es aus dem Stand der Technik bekannt, das  
Kraftstoffzumesssystem auf zwei voneinander unabhängige  
Kraftstoffkreisläufe aufzuteilen. Die Unabhängigkeit der  
Kraftstoffkreisläufe setzt voraus, dass zwei  
Hochdruckspeicher und zwei Druckregelkreise vorhanden sind,  
10 die von dem Steuergerät angesteuert und vor allem  
koordiniert werden müssen. Jeder der Kraftstoffkreisläufe  
weist eine eigene Hochdruckpumpe auf, die über einen  
eigenen Druckregelkreis angesteuert wird. Eine solche  
Unterteilung des Kraftstoffzumesssystems auf zwei  
15 Kraftstoffkreisläufe ist aus dem Stand der Technik für 6-  
Zylinder-Brennkraftmaschinen, wobei dann jeder  
Kraftstoffkreislauf für die Versorgung der Brennräume von  
drei Zylindern zuständig ist, und für 8-Zylinder-  
Brennkraftmaschinen bekannt, wobei dann jeder  
20 Kraftstoffkreislauf für die Versorgung der Brennräume von  
vier Zylindern zuständig ist. Bei den aus dem Stand der  
Technik bekannten Lösungsansätzen zur Sicherstellung einer  
zuverlässigen Kraftstoffversorgung bei Brennkraftmaschinen  
mit einem relativ großen Hubraum bzw. bei 6- oder Mehr-  
25 Zylinder-Brennkraftmaschinen handelt es sich um relativ  
aufwendige und kostspielige Systemlösungen.

Aus der DE 198 23 639 A1 ist ein Common-Rail (CR)-  
Kraftstoffzumesssystem der eingangs beschriebenen Art mit  
30 einer Vorförderpumpe und einer Hochdruckpumpe bekannt. Aus  
der DE 195 23 283 A1 ist eine Hochdruckpumpe für ein  
Kraftstoffzumesssystem bekannt. Die beschriebene  
Hochdruckpumpe kann als Radialkolbenpumpe mit drei  
sternförmig angeordneten Pumpenkolben oder als eine  
35 Axialkolbenpumpe mit zwei parallel zueinander angeordneten  
Pumpenkolben ausgebildet sein. Bei der bekannten

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Hochdruckpumpe werden die einzelnen Kolben über einen gemeinsamen Nocken- bzw. Exzenterantrieb betätigt. Zwischen den einzelnen Pumpenkolben besteht also eine feste mechanische Kopplung, die eine gezielte Betätigung einzelner Pumpenkolben nicht zulässt. Obwohl die bekannte Hochdruckpumpe mehrere Pumpenkolben aufweist, muss sie doch als eine einzelne Hochdruckpumpe betrachtet werden.

Des weiteren sind aus anderen Bereichen der Kraftfahrzeugtechnik, insbesondere aus dem Bereich der Bremssysteme und der aktiven Fahrwerkssysteme, Pumpenanordnungen mit mehreren Pumpenkolben bekannt. So ist bspw. aus der DE 40 41 800 C2 eine als Axialkolbenpumpe ausgebildete Zweikolbenpumpe eines blockiergeschützten Bremssystems mit zwei parallel zueinander angeordneten Pumpenkolben bekannt. Aus der EP 0 448 836 A1 ist eine als Radialkolbenpumpe mit zwei diametral gegenüberliegenden Pumpenkolben ausgebildete Hubkolbenpumpe einer Fahrzeug-Bremsanlage zur Förderung von Flüssigkeit bekannt. Schließlich ist aus der DE 40 27 794 A1 eine Radialkolbenpumpe für die Energieversorgung bei der Fahrzeug-Hydraulik (Antiblockiersystem ABS, Antischlupfregelung ASR, aktive Fahrwerksregelung) bekannt. All diesen Pumpenanordnungen ist gemeinsam, dass zwischen den einzelnen Pumpenkolben eine feste mechanische Kopplung besteht und ein gezieltes Betätigen einzelner Pumpenkolben nicht möglich ist, so dass all diese Pumpenanordnungen als einzelne Pumpen zu betrachten sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, auf eine konstruktiv einfache und möglichst kostengünstige Weise insbesondere bei Brennkraftmaschinen mit vier oder mehr Zylindern bzw. bei Brennkraftmaschinen mit einem großen Hubraum eine zuverlässige Kraftstoffversorgung sicherzustellen.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ausgehend von dem Verfahren der eingangs genannten Art vor, dass das Kraftstoffzumesssystem einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume der Brennkraftmaschine aufweist, wobei sämtliche Hochdruckpumpen in dem Kraftstoffkreislauf angeordnet werden, und dass sämtliche Hochdruckpumpen über einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig voneinander angesteuert werden.

#### Vorteile der Erfindung

Erfindungsgemäß wird das Kraftstoffzumesssystem also nicht in mehrere Kraftstoffkreisläufe unterteilt, vielmehr ist nur ein Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume der Brennkraftmaschine vorgesehen. Sämtliche Hochdruckpumpen der Hochdruckpumpenanordnung sind in diesem Kraftstoffkreislauf angeordnet. Das erfindungsgemäße Kraftstoffzumesssystem weist vorzugsweise zwei Hochdruckpumpen auf. Die eingesetzten Hochdruckpumpen können als Standardpumpen, bspw. als 1-Zylinder-Kolbenpumpen oder als 3-Zylinder-Radialkolbenpumpen, ausgebildet sein, wie sie an sich aus dem Stand der Technik bekannt sind. Das Steuergerät des Kraftstoffzumesssystems steuert sämtliche Hochdruckpumpen über einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig voneinander an. In dem Kraftstoffkreislauf ist lediglich ein Hochdruckspeicher angeordnet, dessen Einspritzdruck von nur einem Druckregelkreis geregelt werden kann. Dadurch kann das erfindungsgemäße Verfahren auf besonders einfache und kostengünstige Weise realisiert werden.

Des weiteren kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine zuverlässige Versorgung der Brennräume mit Kraftstoff, insbesondere bei Brennkraftmaschinen mit einem relativ großen Hubraum bzw. bei Brennkraftmaschinen mit vier oder

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

mehr Zylindern, sichergestellt werden.

5       Dadurch dass die Hochdruckpumpen in einen gemeinsamen  
Hochdruckspeicher fördern, ist eine einfache Regelung des  
in dem Hochdruckspeicher herrschenden Einspritzdrucks mit  
lediglich einem Druckregelkreis möglich. Nur die Endstufen  
zur Ansteuerung der Hochdruckpumpen müssen zweimal  
ausgebildet sein. Gleichzeitig wird mit dem  
10       erfindungsgemäßen Verfahren bei nicht symmetrischen  
Zündfolgen ein komplexer Aufbau des Kraftstoffzumesssystems  
vermieden.

15       Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden  
Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Hochdruckpumpen  
parallel zueinander angesteuert werden. Die Hochdruckpumpen  
werden also synchron angesteuert und durchlaufen  
gleichzeitig einen Saughub und einen Förderhub.

20       Alternativ wird gemäß einer anderen vorteilhaften  
Weiterbildung der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen,  
dass eine oder mehrere erste Hochdruckpumpen  
entgegengesetzt zu einer oder mehreren zweiten  
Hochdruckpumpen angesteuert werden. Die ersten  
Hochdruckpumpen und die zweiten Hochdruckpumpen durchlaufen  
25       den Saughub und den Förderhub versetzt zueinander, d.h.  
wenn sich die ersten Hochdruckpumpen im Saughub befinden,  
befinden sich die zweiten Hochdruckpumpen im Förderhub und  
umgekehrt, wenn sich die ersten Hochdruckpumpen im  
Förderhub befinden, befinden sich die zweiten  
30       Hochdruckpumpen im Saughub. Der Vorteil dieser  
Weiterbildung liegt darin, dass eine deutliche Reduzierung  
der unterschiedlichen Druckniveaus von aufeinanderfolgenden  
Einspritzungen erzielt werden kann, da die Nachförderung  
gleichmäßig verteilt ist. Ein weiterer Vorteil besteht in  
35       der Möglichkeit einer einfachen Diagnose der  
Hochdruckpumpen, indem der Verlauf des in dem

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Hochdruckspeicher herrschenden Einspritzdrucks überwacht wird.

5 Für eine ressourcenschonende Ansteuerung durch das Steuergerät wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, dass die Hochdruckpumpen mit derselben Ansteuerzeit angesteuert werden. Die Ansteuerzeit wird also in dem Steuergerät nur einmal für sämtliche Hochdruckpumpen des Kraftstoffzumesssystems berechnet. Die Ansteuerung der  
10 einzelnen Hochdruckpumpen erfolgt dann über eine Umschaltelinrichtung, die zu den entsprechenden Zeitpunkten bzw. bei der entsprechenden Winkelstellung der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine zwischen den ersten Hochdruckpumpen und den zweiten Hochdruckpumpen umschaltet. Auf diese Weise  
15 können mit derselben Ansteuerzeit abwechselnd die ersten Hochdruckpumpen und die zweiten Hochdruckpumpen angesteuert werden.

20 Als eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird ausgehend von dem Kraftstoffzumesssystem der eingangs genannten Art vorgeschlagen, dass das Kraftstoffzumesssystem einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume der Brennkraftmaschine aufweist, wobei sämtliche  
25 Hochdruckpumpen in dem Kraftstoffkreislauf angeordnet sind, und dass das Steuergerät einen Druckregelkreis für sämtliche Hochdruckpumpen umfasst, wobei die Hochdruckpumpen unabhängig voneinander über den  
30 Druckregelkreis ansteuerbar sind.

Gemäß eine bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Hochdruckpumpenanordnung zwei Hochdruckpumpen aufweist.

35 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Erfindung wird vorgeschlagen, dass das Steuergerät die Hochdruckpumpen parallel zueinander ansteuert. Alternativ wird vorgeschlagen, dass das Steuergerät eine oder mehrere erste Hochdruckpumpen entgegengesetzt zu einer oder mehreren zweiten Hochdruckpumpen ansteuert.

Vorteilhafterweise steuert das Steuergerät die Hochdruckpumpen mit derselben Ansteuerzeit an.

Ausgehend von der direkteinspritzenden Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art wird zur Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung des weiteren vorgeschlagen, dass das Kraftstoffzumesssystem nach einem der Ansprüche 5 bis 9 ausgebildet ist.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Brennkraftmaschine mindestens sechs Zylinder aufweist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Kraftstoffzumesssystem zwei Hochdruckspeicherbereiche auf, die miteinander über eine Druckausgleichsleitung in Verbindung stehen. Durch die Druckausgleichsleitung werden die beiden Hochdruckspeicherbereiche zu einem gemeinsamen Hochdruckspeicher zusammengefasst.

Schließlich wird ausgehend von dem Steuergerät der eingangs genannten Art als noch eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, dass das Kraftstoffzumesssystem einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume der Brennkraftmaschine aufweist, wobei sämtliche Hochdruckpumpen in dem Kraftstoffkreislauf angeordnet sind, und dass das Steuergerät sämtliche Hochdruckpumpen über einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig voneinander ansteuert.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass das Steuergerät die Hochdruckpumpen parallel zueinander ansteuert. Alternativ wird vorgeschlagen, dass das Steuergerät eine oder mehrere erste Hochdruckpumpen entgegengesetzt zu einer oder mehreren zweiten Hochdruckpumpen ansteuert. Vorteilhafterweise steuert das Steuergerät die Hochdruckpumpen mit derselben Ansteuerzeit an.

Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Steuerelements, das für ein Steuergerät einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine vorgesehen ist. Dabei ist auf dem Steuerelement ein Programm abgespeichert, das auf einem Rechengerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes Programm realisiert, so dass dieses mit dem Programm versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, bspw. ein Read-Only-Memory oder ein Flash-Memory.

#### Zeichnung

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung. Es

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

zeigen:

Figur 1 ein schematisches Blockschaltbild eines  
Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen  
Brennkraftmaschine;

Figur 2 ein schematisches Blockschaltbild eines  
ersten Ausführungsbeispiels eines  
erfindungsgemäßen Kraftstoffzumesssystems;

Figur 3 ein Diagramm zur Verdeutlichung eines  
Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen  
Verfahrens zum Betreiben des  
Kraftstoffzumesssystems aus Figur 2;

Figur 4 ein schematisches Blockschaltbild eines  
zweiten Ausführungsbeispiels eines  
erfindungsgemäßen Kraftstoffzumesssystems im  
Ausschnitt;

Figur 5 ein Diagramm zur Verdeutlichung eines  
zweiten Ausführungsbeispiels eines  
erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben  
des Kraftstoffzumesssystems aus Figur 4; und

Figur 6 ein Diagramm zur Verdeutlichung eines  
dritten Ausführungsbeispiels eines  
erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben  
des Kraftstoffzumesssystems aus Figur 4.

In Figur 1 ist eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine  
1 eines Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in  
einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3  
ist mit einem Brennraum 4 versehen, der u.a. durch den  
Kolben 2, ein Einlassventil 5 und ein Auslassventil 6

**HIS PAGE BLANK (USPTO)**



begrenzt ist. Mit dem Einlassventil 5 ist ein Ansaugrohr 7 und mit dem Auslassventil 6 ein Abgasrohr 8 gekoppelt.

Im Bereich des Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 ragen ein Einspritzventil 9 und eine Zündkerze 10 in den Brennraum 4. Über das Einspritzventil 9 kann Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden. Mit der Zündkerze 10 kann der Kraftstoff in dem Brennraum 4 entzündet werden.

Der Kolben 2 wird durch die Verbrennung des Kraftstoffs in dem Brennraum 4 in eine Hin- und Herbewegung versetzt, die auf eine nicht dargestellte Kurbelwelle übertragen wird und auf diese ein Drehmoment ausübt.

Die Brennkraftmaschine 1 weist ein Kraftstoffzumesssystem 11 auf, durch das der über das Einspritzventil 9 in den Brennraum 4 einzuspritzende Kraftstoff zugemessen wird. Das Kraftstoffzumesssystem 11 weist einen Kraftstoffvorratsbehälter 12 auf, aus dem von einer als Elektrokraftstoffpumpe ausgebildeten Vorförderpumpe 13 Kraftstoff in einen Niederdruckbereich ND des Kraftstoffzumesssystems 11 gefördert wird. Eine Hochdruckpumpenanordnung bestehend aus zwei Hochdruckpumpen 14 und 15 fördert Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich ND in einen Hochdruckspeicher 16. Die Hochdruckpumpen 14, 15 sind als Ein-Zylinder-Hochdruckpumpen mit jeweils zwei Rückschlagventilen 17 und einem Mengensteuerventil 18 ausgebildet. Durch die Mengensteuerventile 18 kann eine Mengensteuerleitung 19 geöffnet bzw. geschlossen werden. Bei einer geöffneten Mengensteuerleitung 19 fließt der angesaugte Kraftstoff wieder in den Niederdruckkreislauf zurückgeschoben, anstatt in den Hochdruckkreis gefördert zu werden. Die Mengensteuerventile 18 werden mittels Ansteuersignale T angesteuert. Alternativ können die Hochdruckpumpen 14, 15 auch als Drei-Zylinder-Radialkolbenpumpen ausgebildet sein. Entscheidend ist, dass

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Standard-Hochdruckpumpen und keine aufwendigen und teuren Sonderanfertigungen als Hochdruckpumpen 14, 15 eingesetzt werden.

5 Der Hochdruckspeicher 16 ist als eine Speicherleiste eines  
Common-Rail (CR)-Kraftstoffzumesssystems ausgebildet. An  
dem Hochdruckspeicher 16 ist ein Drucksensor angeordnet,  
der den in dem Hochdruckspeicher 16 herrschenden  
Einspritzdruck erfasst und ein entsprechendes  
10 Ausgangssignal  $p_r$  erzeugt. Aus dem Hochdruckspeicher 16  
münden mehrere - im vorliegenden Fall vier -  
Einspritzventile 9, über die Kraftstoff in die Brennräume 4  
der Zylinder 3 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt wird.  
Zum Einspritzen von Kraftstoff werden die Einspritzventile  
15 9 mit einem entsprechenden Ansteuersignal ES angesteuert.  
Die Zündkerze 10 wird durch ein Ansteuersignal ZW  
angesteuert.

Um den Druck in dem Niederdruckbereich ND des  
20 Kraftstoffzumesssystems 11 auf einem vorgebbaren Wert zu  
halten, ist in dem Niederdruckbereich ND ein  
Niederdruckregler 20 angeordnet, über den Kraftstoff aus  
dem Niederdruckbereich ND zurück in den  
Kraftstoffvorratsbehälter 12 fließen kann, falls der Druck  
25 in dem Niederdruckbereich ND einen vorgebbaren Druckwert  
übersteigt. Zwischen der Vorförderpumpe 13 und den  
Hochdruckpumpen 14, 15 ist ein Filter 21 angeordnet.

Ein Steuergerät 22 ist von Eingangssignalen 23  
30 beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen  
der Brennkraftmaschine 1 darstellen. Bspw. ist das  
Steuergerät 22 mit einem Luftmassensensor, einem  
Lambda-Sensor, einem Drehzahlsensor oder einem in dem  
Hochdruckbereich HD, vorzugsweise in dem Hochdruckspeicher  
35 16, angeordneten Drucksensor 24 u.dgl. verbunden. Das  
Steuergerät 22 erzeugt Ausgangssignale 25, mit denen über

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Aktoren bzw. Steller das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 beeinflusst werden kann. Bspw. ist das Steuergerät 22 mit dem Einspritzventil 9 (Steuersignal ES), der Zündkerze 10 (Steuersignal ZW), den Mengensteuerventilen 18 (Steuersignal T), einer in dem Ansaugrohr 7 angeordneten Drosselklappe u.dgl. verbunden und erzeugt die zu deren Ansteuerung erforderlichen Signale.

Unter anderem ist das Steuergerät 22 dazu vorgesehen, die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 zu steuern und/oder zu regeln. Bspw. wird die von dem Einspritzventil 9 in den Brennraum 4 eingespritzte Kraftstoffmasse von dem Steuergerät 22 insbesondere im Hinblick auf einen geringen Kraftstoffverbrauch und/oder eine geringe Schadstoffemission gesteuert und/oder geregelt. Zu diesem Zweck ist das Steuergerät 22 mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Steuerelement, insbesondere in einem Read-Only-Memory oder einem Flash-Memory, ein Programm abgespeichert hat, das dazu geeignet ist, die genannte Steuerung und/oder Regelung durchzuführen. In dem Steuerelement ist des weiteren ein Programm gespeichert, das zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist.

Die Brennkraftmaschine 1 aus Figur 1 kann in einer Vielzahl von Betriebsarten betrieben werden. So ist es möglich, die Brennkraftmaschine 1 in einem Homogenbetrieb, einem Schichtbetrieb, einem homogenen Magerbetrieb u.dgl. zu betreiben. Zwischen den genannten Betriebsarten der Brennkraftmaschine kann umgeschaltet werden. Derartige Umschaltungen werden von dem Steuergerät 22 durchgeführt.

Das in Figur 1 dargestellte Kraftstoffzumesssystem 11 zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass es nur einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume 4 der Brennkraftmaschine 1 aufweist.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

In diesem einen Kraftstoffkreislauf sind beide Hochdruckpumpen 14, 15 angeordnet. Beide Hochdruckpumpen 14, 15 werden über einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig voneinander durch das Steuergerät 22 angesteuert. Für einen ressourcenschonenden Betrieb des Kraftstoffzumesssystems 11 werden beide Hochdruckpumpen 14, 15 mit derselben Ansteuerzeit T angesteuert. Die Ansteuerzeit T wird also für beide Hochdruckpumpen 14, 15 in dem Steuergerät 22 nur einmal berechnet.

In Figur 1 ist das erfindungsgemäße Kraftstoffzumesssystem 11 für eine Brennkraftmaschine 1 mit vier Zylindern 3 dargestellt. Durch das erfindungsgemäße Kraftstoffzumesssystem 11 wird eine zuverlässige Kraftstoffversorgung der Brennräume 4 auch von Brennkraftmaschinen 1 mit mehr als vier Zylindern 3 und/oder einem großen Hubraum sichergestellt.

In Figur 2 ist ein erfindungsgemäßes Kraftstoffzumesssystem 11 am Beispiel einer 8-Zylinder-Brennkraftmaschine 1 dargestellt. Bei der 8-Zylinder-Brennkraftmaschine 1 umfasst der Hochdruckspeicher 16 eine linke Bank 16' und eine rechte Bank 16''. Die beiden Bänke 16', 16'' stehen über eine Druckausgleichsleitung 26 miteinander in Verbindung, so dass in beiden Bänken 16', 16'' derselbe Einspritzdruck herrscht und die Bänke 16', 16'' als ein gemeinsamer Hochdruckspeicher 16 betrachtet werden können. Von jeder Bank 16', 16'' zweigen vier Einspritzventile 9 ab, über die Kraftstoff in die Brennräume 4 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt werden kann. Jede Bank 16', 16'' wird von einer eigenen Hochdruckpumpe 14; 15 mit Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich ND versorgt. Jeder Hochdruckpumpe 14; 15 ist eine eigene Endstufe 27; 28 zugeordnet.

Das Steuergerät 22 ermittelt die Ansteuerzeit T nur einmal

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



für beide Hochdruckpumpen 14, 15. Die Verteilung des  
Steuersignals T auf die Endstufen 27, 28 der beiden  
Hochdruckpumpen 14, 15 erfolgt über einen Schalter 29. Der  
Schalter 29 wird nach einem Synchro-Raster für die  
5 8-Zylinder-Brennkraftmaschine 1 alle 180° der Kurbelwelle  
KW umgeschaltet. Bei einer verstellbaren Nockenwelle als  
Antrieb für die Hochdruckpumpen 14, 15 ist das Synchro-  
Raster basierend auf der verstellbaren Nockenwelle  
entsprechend abzuleiten.

10 Aufgrund der begrenzten Steilheit der Nocken zum Antrieb  
der Hochdruckpumpen 14, 15 kann bei 1-Zylinder-  
Hochdruckpumpen bei einer Brennkraftmaschine 1 mit acht  
Zylindern keine Nockenwelle mit vier Nocken pro Umdrehung  
15 eingesetzt werden. Gleichzeitig können die  
Kraftstoffkreisläufe bei einer 8-Zylinder-  
Brennkraftmaschine 1 nicht entsprechend der mechanischen  
Anordnung (linke Bank 16', rechte Bank 16'') angeordnet  
werden, da die Zündfolge bzw. die Einspritzfolge nicht  
20 symmetrisch ist, d.h. sie springt nicht abwechselnd von der  
linken Bank 16' zu der rechten Bank 16''. Hier schafft das  
erfindungsgemäße Kraftstoffzumesssystem Abhilfe.

25 In Figur 3 ist eine Ansteuerung der Hochdruckpumpen 14, 15  
des Kraftstoffzumesssystems 1 aus Figur 2 gemäß einer  
bevorzugten Ausführungsform dargestellt. In der oberen  
Hälfte von Figur 3 ist der Hub  $h_1$  der Hochdruckpumpe 14  
und in dem unteren Teil der Hub  $h_2$  der Hochdruckpumpe 15  
dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die beiden  
30 Hochdruckpumpen 14, 15 entgegengesetzt zueinander  
angesteuert werden. Des Weiteren kann Figur 3 entnommen  
werden, wann die Pumpenkolben der Hochdruckpumpen 14, 15  
einen Saughub ausführen bzw. wann sie in einem Förderhub  
Kraftstoff in den Hochdruckspeicher 16 fördern.

35 In Figur 4 ist ein erfindungsgemäßes Kraftstoffzumesssystem

**5 PAGE BLANK (USPTO)**

11 für eine Brennkraftmaschine mit sechs Zylindern 3 im Ausschnitt dargestellt. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel münden aus dem Hochdruckspeicher 16 sechs Einspritzventile 9, über die Kraftstoff in die Brennräume 4 der einzelnen Zylinder 3 eingespritzt werden kann. Wie bei dem Kraftstoffzumesssystem 11 aus Figur 1 wird auch hier durch zwei Hochdruckpumpen 14, 15 Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich ND des Kraftstoffzumesssystems 11 in den Hochdruckspeicher 16 gefördert. Auch das in Figur 4 dargestellte Kraftstoffzumesssystem 11 weist lediglich einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume 4 der Brennkraftmaschine 1 auf. Beide Hochdruckpumpen 14, 15 sind in diesem einen Kraftstoffkreislauf angeordnet. Beide Hochdruckpumpen 14, 15 werden über einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig voneinander angesteuert (vgl. Figur 2).

In den Figuren 5 und 6 sind zwei verschiedene Möglichkeiten zum Ansteuern der Hochdruckpumpen 14, 15 des Kraftstoffzumesssystems 11 aus Figur 4 dargestellt. Bei dem in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel werden die Hochdruckpumpen 14, 15 parallel zueinander angesteuert. Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 6 werden die Hochdruckpumpen 14, 15 dagegen - ähnlich wie bei dem Ausführungsbeispiel aus Figur 3 - entgegengesetzt zueinander angesteuert. In Übereinstimmung mit dem Ausführungsbeispiel aus Figur 3 sind in den Figuren 5 und 6 Saughub und Förderhub eingezeichnet.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5

## Ansprüche

10 1. Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffzumesssystems  
(11) einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine (1), mit  
einem Kraftstoffvorratsbehälter (12), mindestens einer  
Vorförderpumpe (13) zum Fördern von Kraftstoff aus dem  
15 Kraftstoffvorratsbehälter (12) in einen Niederdruckbereich  
(ND) des Kraftstoffzumesssystems (11), einer  
Hochdruckpumpenanordnung mit mindestens zwei  
Hochdruckpumpen (14, 15) zum Fördern von Kraftstoff aus dem  
Niederdruckbereich (ND) in mindestens einen  
Hochdruckspeicher (16; 16', 16''), einem Steuergerät (22)  
20 zur Regelung eines in dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'')  
herrschenden Einspritzdrucks ( $p_r$ ) und mit  
Kraftstoffeinspritzventilen (9) zum Einspritzen von  
Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') in  
Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1), dadurch  
25 gekennzeichnet, dass das Kraftstoffzumesssystem (11) einen  
Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in  
sämtliche Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1)  
aufweist, wobei sämtliche Hochdruckpumpen (14, 15) in dem  
Kraftstoffkreislauf angeordnet werden, und dass sämtliche  
30 Hochdruckpumpen (14, 15) über einen gemeinsamen  
Druckregelkreis unabhängig voneinander angesteuert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Hochdruckpumpen (14, 15) parallel zueinander  
35 angesteuert werden.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere erste Hochdruckpumpen (14) entgegengesetzt zu einer oder mehreren zweiten Hochdruckpumpen (15) angesteuert werden.

5

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpen (14, 15) mit derselben Ansteuerzeit (T) angesteuert werden.

10

5. Kraftstoffzumesssystem (11) einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine (1), mit einem Kraftstoffvorratsbehälter (12), mindestens einer Vorförderpumpe (13) zum Fördern von Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter (12) in einen Niederdruckbereich (ND) des Kraftstoffzumesssystems (11), einer Hochdruckpumpenanordnung mit mindestens zwei Hochdruckpumpen (14, 15) zum Fördern von Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich (ND) in mindestens einen

15

Hochdruckspeicher (16; 16', 16''), einem Steuergerät (22) zur Regelung eines in dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'')

20

herrschenden Einspritzdrucks ( $p_r$ ) und mit Kraftstoffeinspritzventilen (9) zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') in Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1), **dadurch**

25

**gekennzeichnet**, dass das Kraftstoffzumesssystem (11) einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1)

30

aufweist, wobei sämtliche Hochdruckpumpen (14, 15) in dem Kraftstoffkreislauf angeordnet sind, und dass das Steuergerät (22) einen Druckregelkreis für sämtliche Hochdruckpumpen (14, 15) umfasst, wobei die Hochdruckpumpen (14, 15) unabhängig voneinander über den Druckregelkreis ansteuerbar sind.

35

6. Kraftstoffzumesssystem (11) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpenanordnung zwei Hochdruckpumpen (14, 15) aufweist.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



7. Kraftstoffzumesssystem (11) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (22) die Hochdruckpumpen (14, 15) parallel zueinander ansteuert.

5 8. Kraftstoffzumesssystem (11) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (22) eine oder mehrere erste Hochdruckpumpen (14) entgegengesetzt zu einer oder mehreren zweiten Hochdruckpumpen (15) ansteuert.

10 9. Kraftstoffzumesssystem (11) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (22) die Hochdruckpumpen (14, 15) mit derselben Ansteuerzeit (T) ansteuert.

15 10. Direkteinspritzende Brennkraftmaschine (1) mit einem Kraftstoffzumesssystem (11), das einen Kraftstoffvorratsbehälter (12), mindestens eine Vorförderpumpe (13) zum Fördern von Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter (12) in einen Niederdruckbereich (ND) des Kraftstoffzumesssystems (11), eine  
20 Hochdruckpumpenanordnung mit mindestens zwei Hochdruckpumpen (14, 15) zum Fördern von Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich (ND) in mindestens einen Hochdruckspeicher (16; 16', 16''), ein Steuergerät (22) zur  
25 Regelung eines in dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') herrschenden Einspritzdrucks ( $p_r$ ) und Kraftstoffeinspritzventile (9) zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') in Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1) umfasst, **dadurch**  
30 **gekennzeichnet**, dass das Kraftstoffzumesssystem (11) nach einem der Ansprüche 5 bis 9 ausgebildet ist.

11. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkraftmaschine (1) mindestens  
35 sechs Zylinder (3) aufweist.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

12. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftstoffzumesssystem (11) zwei Hochdruckspeicherbereiche (16', 16'') aufweist, die miteinander über eine Druckausgleichsleitung (26) in Verbindung stehen.

13. Steuergerät (22) für eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine (1) mit einem Kraftstoffzumesssystem (11), das einen Kraftstoffvorratsbehälter (12), mindestens eine Vorförderpumpe (13) zum Fördern von Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter (12) in einen Niederdruckbereich (ND) des Kraftstoffzumesssystems (11), eine Hochdruckpumpenanordnung mit mindestens zwei Hochdruckpumpen (14, 15) zum Fördern von Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich (ND) in mindestens einen Hochdruckspeicher (16; 16', 16''), das Steuergerät (22) zur Regelung eines in dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') herrschenden Einspritzdrucks ( $p_r$ ) und Kraftstoffeinspritzventile (9) zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') in Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kraftstoffzumesssystem (11) einen Kraftstoffkreislauf zum Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1) aufweist, wobei sämtliche Hochdruckpumpen (14, 15) in dem Kraftstoffkreislauf angeordnet sind, und dass das Steuergerät (22) sämtliche Hochdruckpumpen (14, 15) über einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig voneinander ansteuert.

14. Steuergerät (22) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (22) die Hochdruckpumpen (14, 15) parallel zueinander ansteuert.

15. Steuergerät (22) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (22) eine oder mehrere

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

erste Hochdruckpumpen (14) entgegengesetzt zu einer oder mehreren zweiten Hochdruckpumpen (15) ansteuert.

5 16. Steuergerät (22) nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (22) die Hochdruckpumpen (14, 15) mit derselben Ansteuerzeit (T) ansteuert.

10 17. Steuerelement, insbesondere Read-Only-Memory (ROM) oder Flash-Memory, für ein Steuergerät (22) einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine (1), auf dem ein Programm abgespeichert ist, das auf einem Recheng Gerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis  
15 4 geeignet ist.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5

10 Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum  
Betreiben eines Kraftstoffzumesssystems (11) einer  
direkteinspritzenden Brennkraftmaschine (1), mit einem  
15 Kraftstoffvorratsbehälter (12), mindestens einer  
Vorförderpumpe (13), einer Hochdruckpumpenanordnung mit  
mindestens zwei Hochdruckpumpen (14, 15) zum Fördern von  
Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich (ND) in mindestens  
einen Hochdruckspeicher (16; 16', 16''), einem Steuergerät  
20 (22) zur Regelung eines in dem Hochdruckspeicher (16; 16',  
16'') herrschenden Einspritzdrucks ( $p_r$ ) und mit  
Kraftstoffeinspritzventilen (9) zum Einspritzen von  
Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher (16; 16', 16'') in  
Brennräume (4) der Brennkraftmaschine (1). Um insbesondere  
25 bei Brennkraftmaschinen (1) mit einem großen Hubraum und  
bei Brennkraftmaschinen mit mehr als vier Zylindern eine  
zuverlässige Versorgung der Brennräume (4) mit Kraftstoff  
sicherzustellen, wird vorgeschlagen, dass das  
Kraftstoffzumesssystem (11) einen Kraftstoffkreislauf zum  
30 Zumessen von Kraftstoff in sämtliche Brennräume (4) der  
Brennkraftmaschine (1) aufweist, wobei sämtliche  
Hochdruckpumpen (14, 15) in dem Kraftstoffkreislauf  
angeordnet werden, und dass sämtliche Hochdruckpumpen  
(14, 15) über einen gemeinsamen Druckregelkreis unabhängig  
35 voneinander angesteuert werden. (Figur 1)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



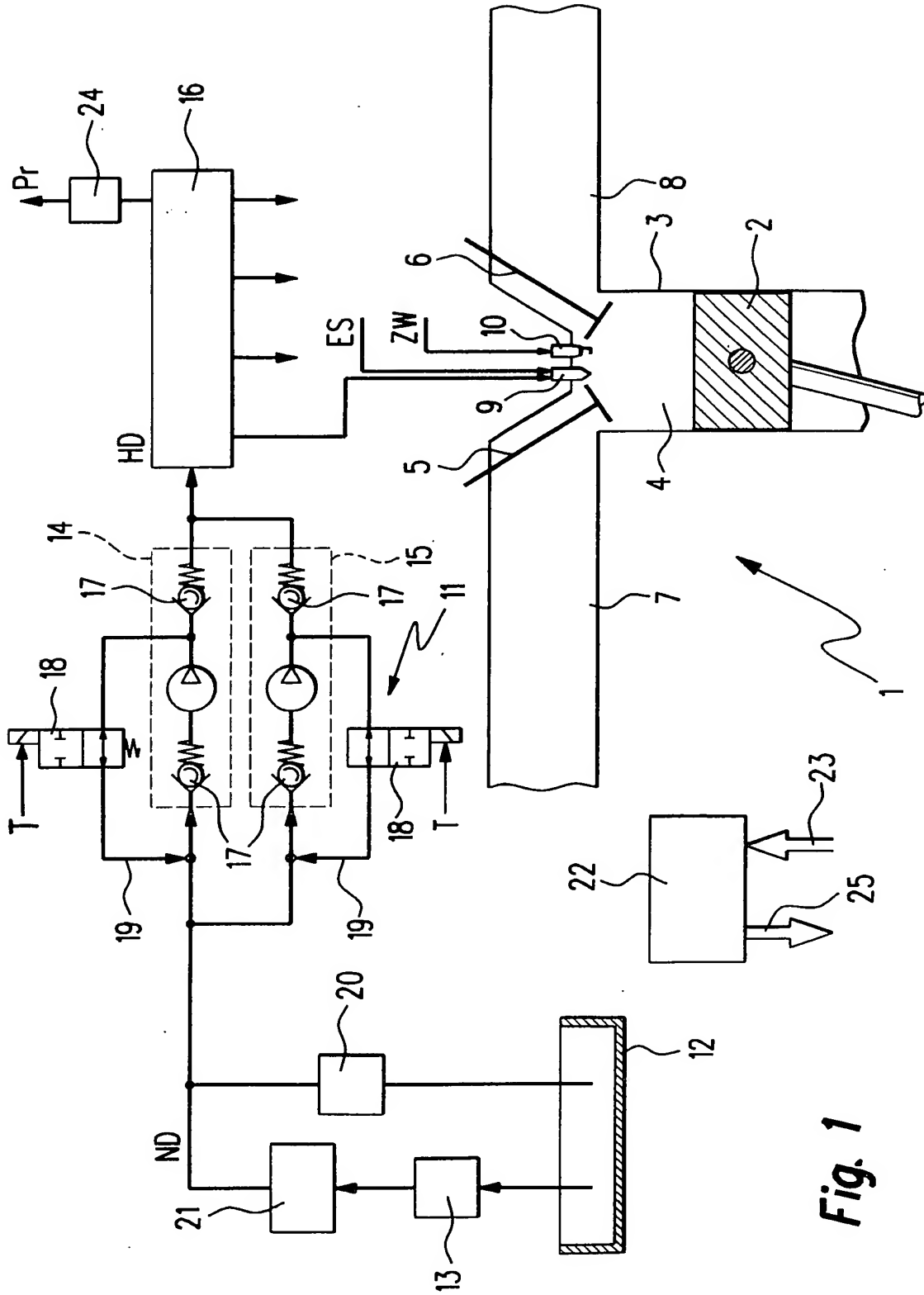


Fig. 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

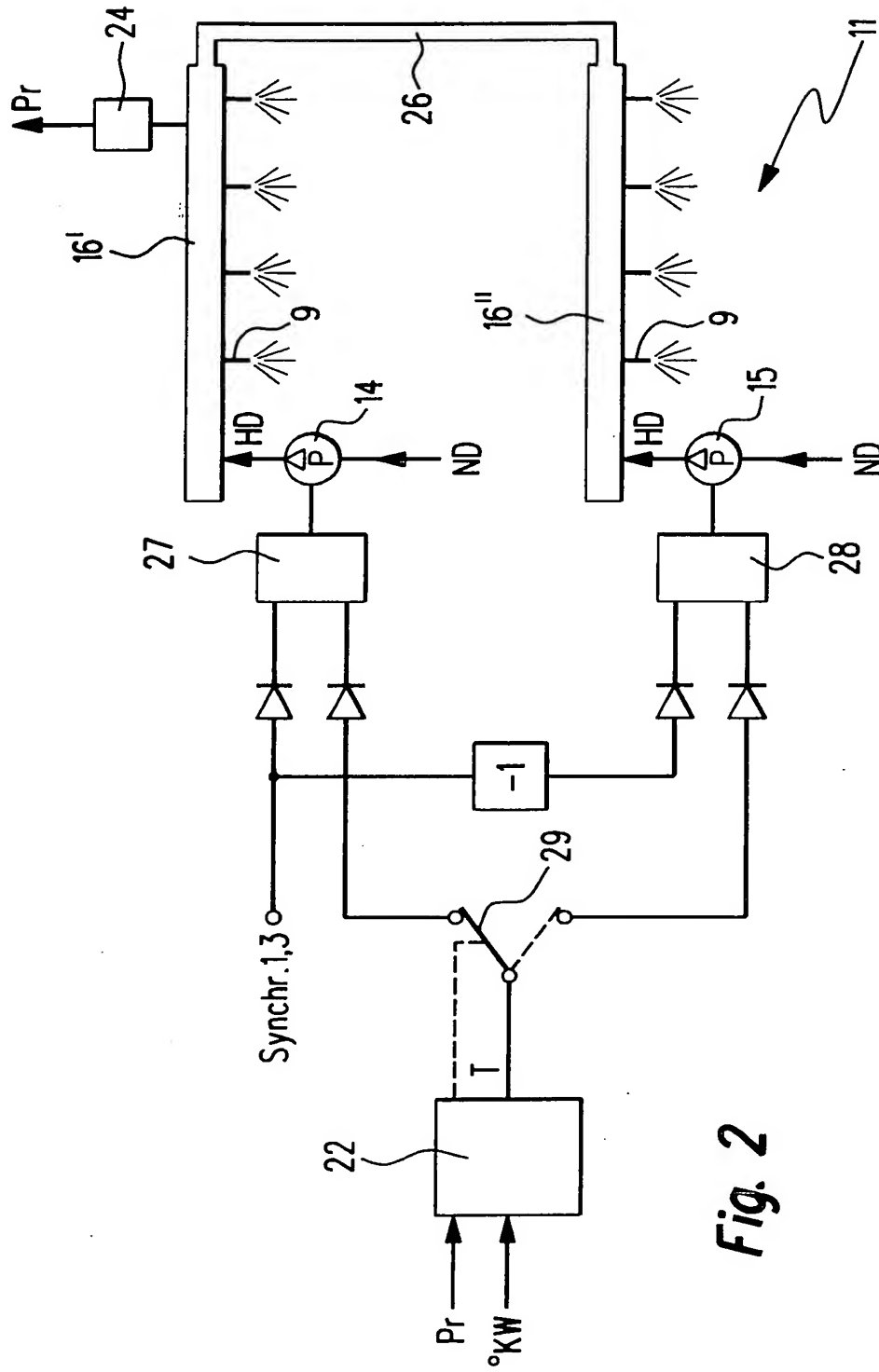


Fig. 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

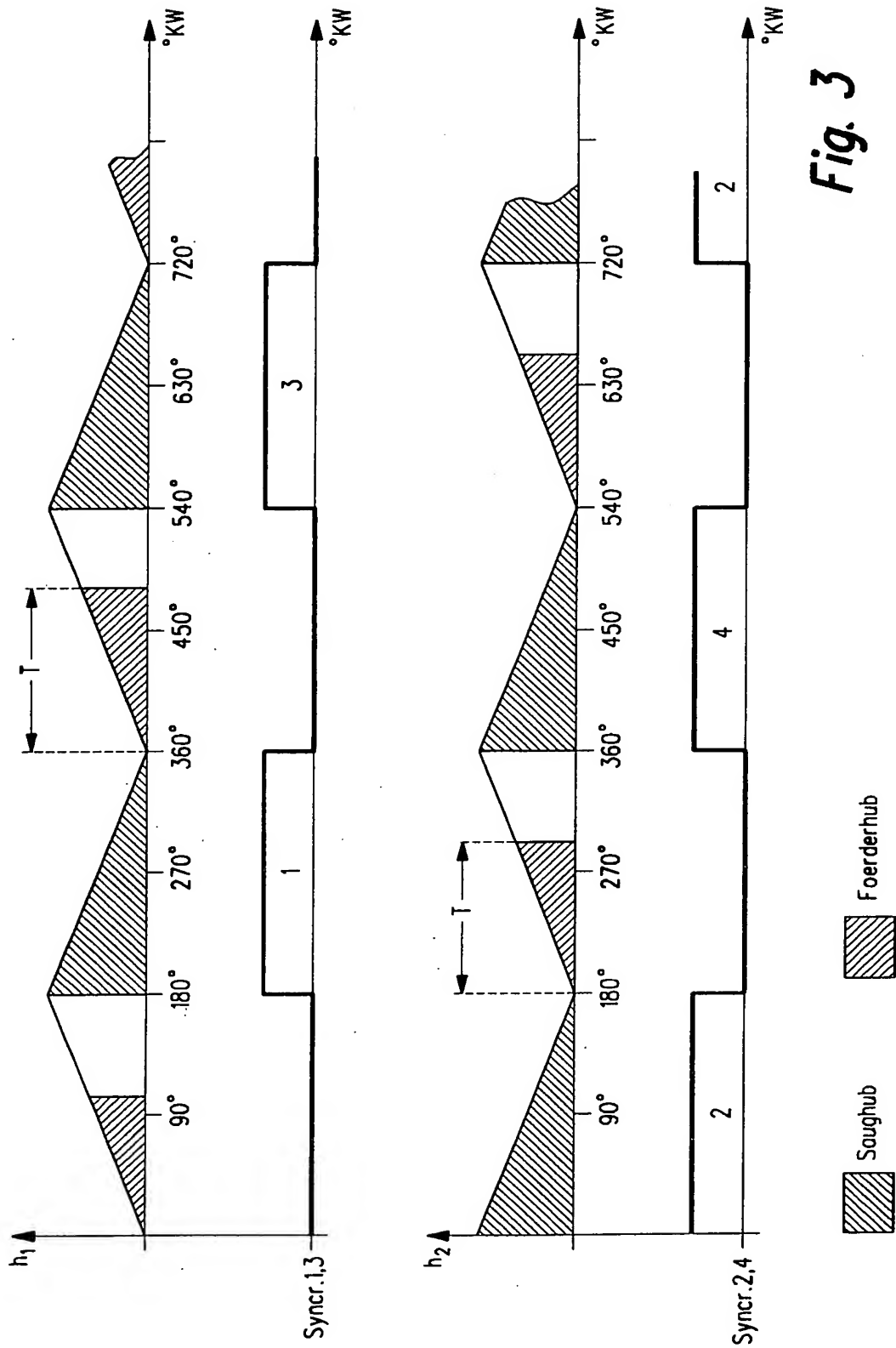
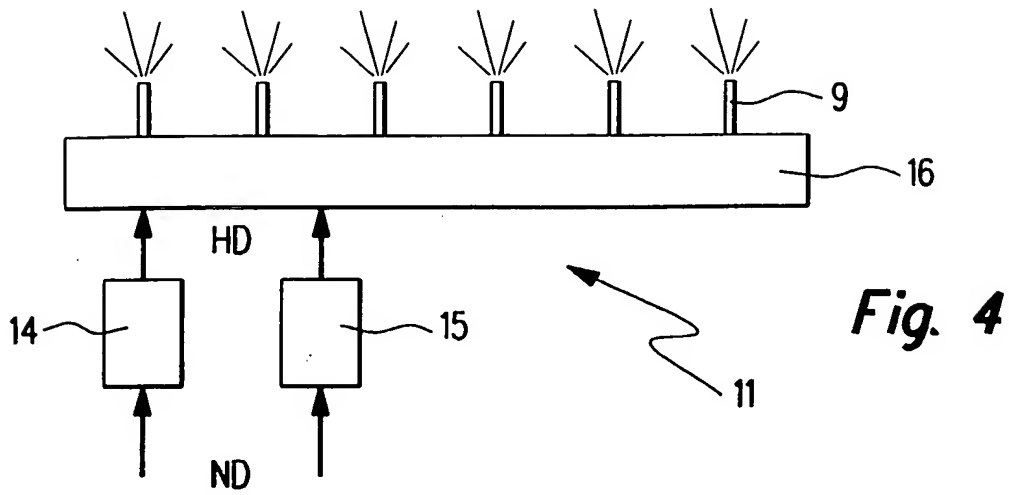
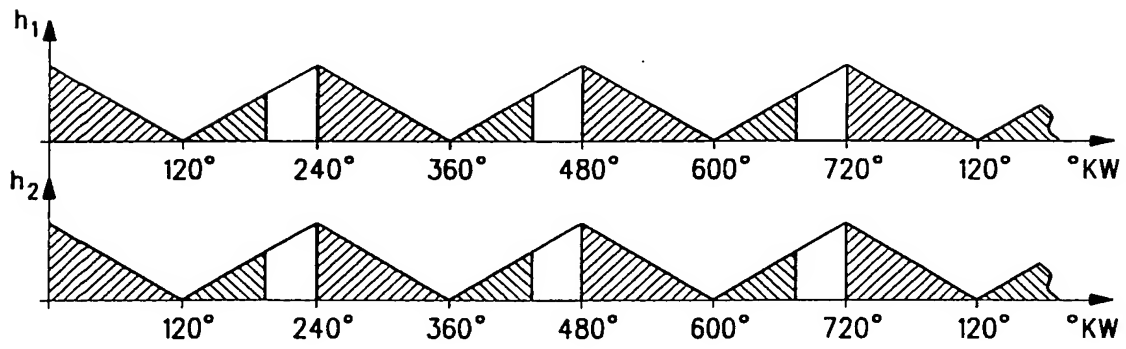


Fig. 3

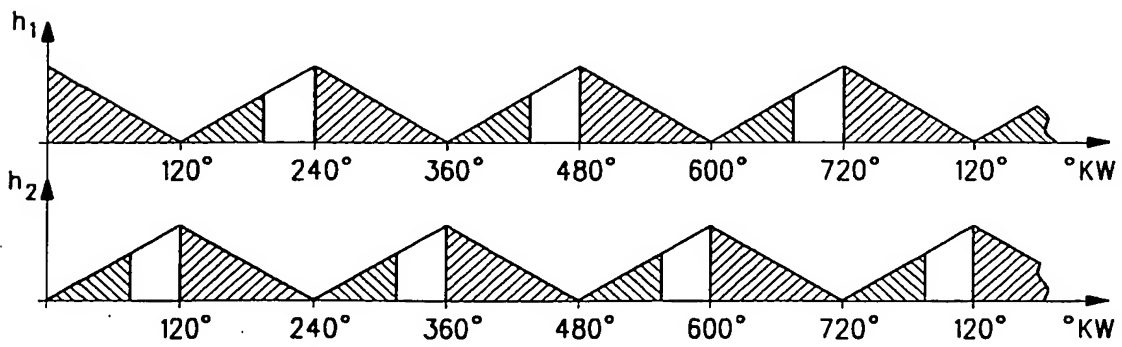
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**